МИСИС
СТАРЫЙ ОСКОЛ

МИСИС
ГУБКИН

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ –
РОДИНА ПОБЕДЫ 1945-2025

80
ПОБЕДА!

XXII

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ

СБОРНИК
ТОМ I

17 АПРЕЛЯ 2025

Редакционная коллегия:

Кожухов Алексей Александрович – зам. директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСИС», доц., д.т.н.

Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно–методической работе СТИ НИТУ «МИСИС», проф., д.э.н.

Полева Наталья Анатольевна – зам. директора по молодежной политике СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.э.н.

Полещенко Дмитрий Александрович – декан факультета автоматизации и информационных технологий СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.т.н.

Сазонов Александр Васильевич – декан факультета металлургии и машиностроительных технологий, зав. кафедрой физики и химии СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.т.н.

Востокова Светлана Николаевна – декан инженерно–экономического факультета СТИ НИТУ «МИСИС», к.п.н.

Кочергин Никита Викторович – начальник отдела науки СТИ НИТУ «МИСИС»,

Гладкая Екатерина Александровна – инженер отдела науки СТИ НИТУ «МИСИС».

Рецензенты:

Кожухов Алексей Александрович – зам. директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСИС», доц., д.т.н.

Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно–методической работе СТИ НИТУ «МИСИС», проф., д.э.н.

Полева Наталья Анатольевна – зам. директора по молодежной политике СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.э.н.

Полещенко Дмитрий Александрович – декан факультета автоматизации и информационных технологий СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.п.н.

Сазонов Александр Васильевич – декан факультета металлургии и машиностроительных технологий, зав. кафедрой физики и химии СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.т.н.

Востокова Светлана Николаевна – декан инженерно–экономического факультета СТИ НИТУ «МИСИС», доц., к.п.н.

Материалы Двадцать второй Всероссийской научно–практической конференции студентов и аспирантов (Том I), 17 апреля 2025 г. / редколлегия: А.А. Кожухов, Е.В. Ильичева, А.В. Сазонов, Д.А. Полещенко, С.Н. Востокова, и д.р. – Старый Оскол, 2025. – 536 с.

Сборник материалов Двадцать второй Всероссийской научно–практической конференции студентов и аспирантов (Том I)

Материалы публикуются в авторской редакции.

СЕКЦИЯ 1 «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ, РЕСУРСО– И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЕТАЛЛУРГИИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД, ОТХОДОВ И ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Гиряинова А.В., студентка
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Скляр В.А.**
Старооскольский технологи ческий институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Биометаллургия — это междисциплинарная наука, объединяющая биологию, химию и металлургию [1]. Её суть заключается в использовании микроорганизмов (бактерий, грибов, водорослей) и биологических процессов для извлечения металлов из руд, отходов и вторичных ресурсов.

Возникнув в середине XX века, эта технология стала ответом на растущие экологические вызовы и необходимость переработки низкосортного сырья. Сегодня биометаллургия занимает определённый объем рынка добычи меди и урана, а её потенциал продолжает расти благодаря биотехнологическим инновациям.

Первые упоминания о биологической переработке руд относятся к древности: римляне использовали дренажные воды шахт для выщелачивания меди. Однако научное обоснование биометаллургии началось в 1947 году, когда микробиолог Артур Колмер обнаружил, что бактерии Acidithiobacillus ferrooxidans окисляют сульфиды железа.

В 1950–х годах технология биовыщелачивания была применена в промышленных масштабах на руднике Кеннекотт (США). Сегодня лидерами в этой области являются Чили, Австралия, ЮАР и Китай, где биометаллургия интегрирована в стратегии устойчивого развития.

Различают следующие виды процессов в биометаллургии.

Биовыщелачивание. В ходе которого микроорганизмы окисляют сульфидные минералы, переводя металлы в растворимые формы. При этом используются следующие микроорганизмы:

– Acidithiobacillus ferrooxidans — окисляет Fe^{2+} и S.

– Leptospirillum ferrooxidans — термофильный штамм для высоких температур.

– Sulfolobus — работает в экстремально кислых условиях (pH < 2).

Различают кучное выщелачивание, при котором руда складируется в кучи и обрабатывается бактериальным раствором (используется для меди и урана), и подземное выщелачивание, когда актерии закачиваются непосредственно в пласт (применяется на истощённых месторождениях).

Биосорбция. Ионы металлов связываются с клеточными стенками микроорганизмов за счёт функциональных групп (карбоксильных, фосфатных). Например, грибы Aspergillus niger эффективно поглощают уран и свинец, а водоросли Chlorella vulgaris используются для извлечения золота из электронных отходов.

Биоокисление. Применяется для предварительной обработки «упорных» руд, где золото заключено в сульфидные матрицы. Бактерии разрушают пирит (FeS_2) и арсенопирит (FeAsS), высвобождая золото для последующего цианирования.

Биовосстановление. Анаэробные бактерии (например, Shewanella oneidensis) восстанавливают металлы из растворов, осаждая их в виде чистых частиц. Метод актуален для извлечения селена, ртути и редкоземельных элементов.

Различают следующие преимущества биометаллургии:

1. Экологичность:

– сокращение выбросов SO_2 и тяжёлых металлов на 40–60% по сравнению с пирометаллургией.

– минимизация образования токсичных шламов (например, при переработке урановых хвостов).

2. Экономическая эффективность:

– капитальные затраты ниже на 30–50%, особенно для бедных руд (содержание меди < 0.5%).

– энергопотребление сокращается в 2–3 раза.

3. Переработка сложного сырья:

– утилизация отвалов горнодобывающих предприятий (например, в ЮАР перерабатывают хвосты золотых рудников с содержанием Au до 0.3 г/т).

– извлечение металлов из электронного лома (до 95% золота и палладия).

4. Глобальная значимость:

– в Чили 35% меди добывается методом кучного выщелачивания.

– в Канаде проект BioHeap™ позволяет извлекать никель из руд с содержанием 0.2%.

Рассмотрим варианты практического применения биометаллургии в различных странах.

В Чили расположен Escondida – крупнейший в мире биометаллургический комплекс, производящий 1.2 млн тонн меди в год. А на предприятии Girilambone (Австралия) использование подземного выщелачивания снизило себестоимость добычи меди на 25%.

Биоокисление золотоносных руд с содержанием Au 5 г/т на предприятии Fairview (ЮАР) повысило извлечение до 92%. На заводе Беватория (Казахстан) подземное выщелачивание с бактериями даёт 2000 тонн U_3O_8 ежегодно.

Но использование биометаллургии возможно не только при добыче руд, а и переработки вторичных ресурсов. Так на предприятии BioMine (ЕС) применяется технология переработки электронных отходов с извлечением Au, Ag, Pt с помощью биометаллургии. А проектом Rare Earth Bioleaching (Япония) предусмотрено извлечение редкоземельных металлов неодима и диспрозия из отработанных магнитов с эффективностью 85%.

В то же время технологии биометаллургии сталкиваются со следующими вызовами и ограничениями:

1. Низкая скорость процессов: Биовыщелачивание может занимать месяцы против часов в доменных печах. Решение — использование термофильных штаммов (оптимальная температура до 80 °C).

2. Чувствительность к условиям: Колебания pH, температуры и концентрации металлов угнетают микроорганизмы. Автоматизированные системы контроля (например, датчики Real–Time PCR) помогают поддерживать стабильность.

3. Биобезопасность: Риск мутаций штаммов и их воздействия на экосистемы. Пример: в 2010 году в Перу случайный выброс бактерий привёл к закислению почвы.

Однако технологии биометаллургии будут совершенствоваться в будущем, основные направления такие:

Инновации и будущее

1. Синтетическая биология:

– Модификация генов Acidithiobacillus для ускорения окисления сульфидов.

– Создание «биофабрик» на основе дрожжей, производящих металлические наночастицы.

2. Гибридные технологии:

– Сочетание биоокисления и электрохимии (проект BioElectroMet ЕС).

– Использование наноматериалов для повышения эффективности биосорбции.

3. Циркулярная экономика:

– Переработка литиевых батарей с помощью бактерий (стартап Li–Cycle, Канада).

– Извлечение кобальта из аккумуляторов электромобилей (эффективность до 98%).

Заключение

Биометаллургия переходит из категории экспериментальных технологий в mainstream металлургической отрасли. К 2030 году её доля в мировой добыче меди может достичь 40%, а в переработке отходов — 60%. С развитием CRISPR–редактирования и искусственного интеллекта для моделирования процессов, биометаллургия станет ключевым элементом «зелёной» металлургии, сокращая углеродный след и обеспечивая ресурсную безопасность. Как отметил лауреат Нобелевской премии Пол Нурс: «Будущее металлов — в симбиозе с природой, а не в её разрушении».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rawlings, D. E., & Johnson, D. B. (Eds.). (2007). Biomining. Springer.
2. Donati, E., & Sand, W. (Eds.). (2007). Microbial Processing of Metal Sulfides. Springer.
3. Brierley, C. L., & Brierley, J. A. (2013). Progress in Biohydrometallurgy. Minerals, Metals & Materials Society.
4. Schippers, A., et al. (2014). Biohydrometallurgy: From the Single Cell to the Environment. Advanced Materials Research.
5. Johnson, D. B. (2014). Biomining—biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials. Current Opinion in Biotechnology, 30, 24–31.
6. Kaksonen, A. H., et al. (2020). Recent advances in biohydrometallurgy for the recovery of critical metals. Hydrometallurgy, 195, 105360.

СРАВНЕНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ ГБЖ МОРСКОЙ И ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДОЙ

Гладкая Е. А., аспирант
Ермоленко К.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., проф., **Тимофеева А.С.,**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

При открытом хранении и транспортировке прямовосстановленное железо становится пожароопасным (пирофорным). Пожароопасность увеличивается при увлажнении, особенно при воздействии морской воды, которая способствует выделению водорода, возникающего при внутреннем окислении прямовосстановленного железа. В результате металлизованный продукт обесценивается, возникает угроза безопасности.

Если транспортировка горячебрикетированного железа будет осуществляться водным транспортом, и если в трюме будет отсутствовать естественная вентиляция и будут нарушены правила безопасной и сохранной доставки груза, то может произойти взрыв водорода при достижении предельно–допустимая концентрация 4%.

Поверхность прямовосстановленного железа способствует адсорбции влаги, в присутствии которой процесс реакции "мокрой" коррозии становится преобладающей формой вторичного окисления.

Выделение водорода происходит при окислении железа водой по реакциям [1, с.72]:

$$Fe+2H_2O=Fe(OH)_2+H_2–59,7кДж/кг\ Fe \quad (1)$$

$$3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4\ H_2–164\ кДж\ /кг\ Fe \quad (2)$$

Для расчета выделения водорода при электролитическом окислении ГБЖ, которое может произойти при транспортировке, необходимо знать количество водорода, выделившегося при окислении ГБЖ.

На кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСИС» были проведены эксперименты по выделению водорода. Для исследования были взяты и тщательно высушены 3 брикета (с производства ГБЖ–3 АО «Лебединский ГОК»).

Определили массу сухих брикетов, используя гидростатические весы. Брикеты были погружены в дистиллированную и морскую воду так, чтобы вся поверхность была покрыта водой. В воде каждый брикет находился до тех пор, пока не прекращали выделяться пузырьки воздуха, то есть происходило полное насыщение водой брикетов. Затем измерили массу влажных брикетов.

Используя метод и установку для определения выделения водорода при электролитическом окислении металлизованного продукта, разработанные на кафедре ММ им. Угаровой С.П. СТИ НИТУ “МИСИС” [2, с. 70], определили количество выделившегося водорода в результате вторичного окисления увлажненных брикетов. Результаты исследования представлены на рисунках 1–2.

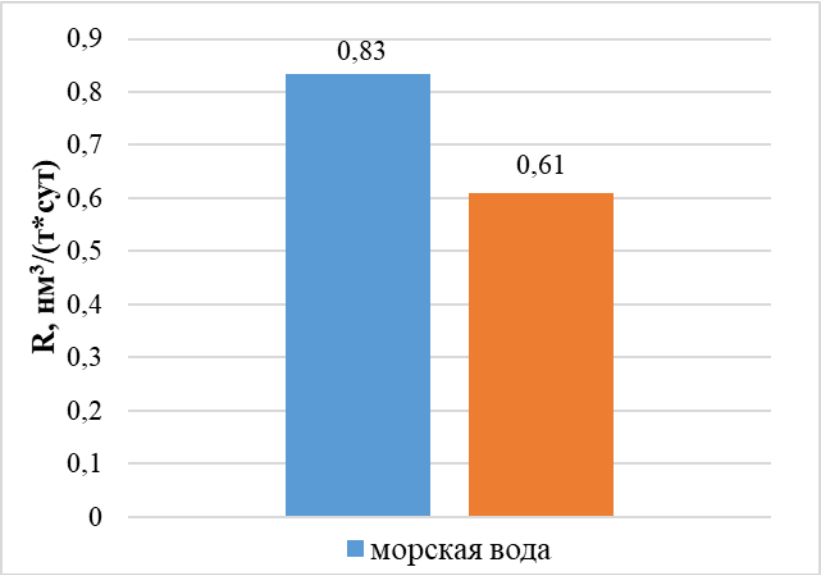


Рис.1 — График поглощения кислорода брикетами

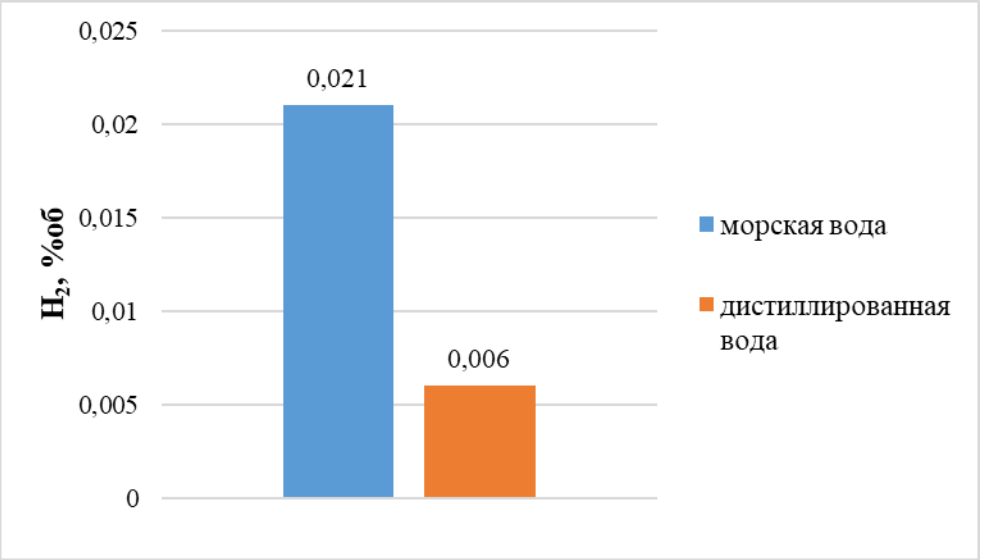
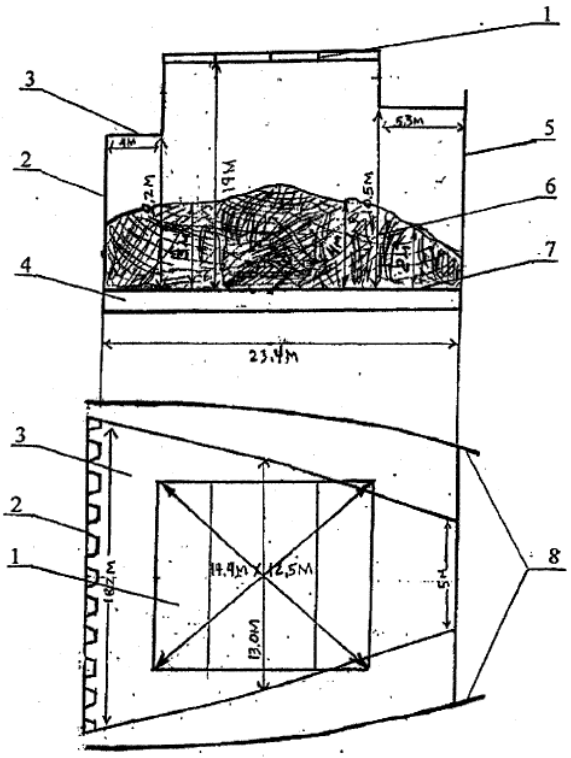


Рис. 2 — График выделения водорода

На графиках видно, что поглощение кислорода и выделение водорода происходят интенсивнее, когда брикеты были увлажнены морской водой. При этом выделение водорода из брикетов, увлажненных морской водой, происходит в 3,5 раза интенсивнее, чем из брикетов , увлажненных дистиллированной.

По полученным данным был произведен теоретический расчет для определения времени хранения брикетов при попадании воды в трюм. На рисунке 3 представлена схема и размеры судового трюма для перевозки металлизованного продукта. [3, с. 74].



Объем трюма – 5764 м^3 ; объем груза – 1437 м^3 ; масса груза – 5000т.

1–люковое закрытие четырехсекционное; 2–кормовая переборка;3–верхняя палуба; 4 – двойное дно; 5 – носовая переборка;6 – груз; 7 – настил двойного дна; 8 – левый и правый борта

Рис.3 – Схема и размеры судового трюма металлизованным продуктом [3, с. 74].

Используя данные полученные из эксперимента, можно рассчитать сколько водорода выделяется за час 1кг ГБЖ при его окислении при разной температуре

Если в штабеле находится m кг ГБЖ, то в течение 1 часа выделится водорода:

$$V_{H_2} = V_{H_2}^{1\text{ кг}} \cdot m_{\text{ГБЖ}} \quad (3)$$

где $V_{H_2}^{1\text{ кг}}$ – объем выделившегося водорода, м^3

$m_{\text{ГБЖ}}$ –масса горячебрикетированного железа, кг

Зная объем трюма и объем ГБЖ в трюме, можно найти объем воздуха в трюме:

$$V_{\text{Г}} = V_{\text{т}} - V_{\text{ГБЖ}} \quad (4)$$

где $V_{\text{Г}}$ – объем воздуха в трюме, м^3

$V_{\text{т}}$ – объем трюма, м^3

$V_{\text{ГБЖ}}$ – объем горячебрикетированного железа, м^3

Количество выделившегося водорода определяется по формуле (5):

$$V_{\text{H}_2} = \frac{V_{\text{г}} \cdot V_{\text{H}_2\%}}{100} \cdot t \quad (5)$$

где V_{H_2}— объем выделившегося водорода, м^3;

$V_{\text{г}}$—объем воздуха в эксикаторе, м^3;

$V_{\text{H}_2\%}$— объем выделившегося водорода, %об;

t — время выделения водорода, сутки

Выразим объем водорода в %об за 1 сутки:

$$V_{\text{H}_2\%} = \frac{100 \cdot V_{\text{H}_2\%}}{V_{\text{г}}}$$

Определим время, в течение которого в окружающей атмосфере содержание водорода достигнет 4% по формуле:

$$\tau = \frac{4\%}{V_{H_2\%}}$$

Рассматривая все варианты выделения водорода при разной температуре, выяснили сколько времени может ГБЖ находиться в трюме при электролитическом окислении, т.е когда концентрация водорода будет достигать 4%. Данный расчет сделан при условии, что вся масса перевозимого горячебрикетированного железа была увлажнена водой. В таблице 2 представлены результаты расчета для брикетов, увлажненных при различных температурах.

Таблица 1 – Расчет времени хранения и транспортировки ГБЖ при попадании воды

Вид ГБЖ	H_2	Кол–во H_2 на 1 т ГБЖ	Кол–во H_2 на 5000 т ГБЖ	Кол–во H_2 на 5000 т ГБЖ	$V_{газа}$ в трюме	Время хранения или транспортировки 5000 т
	%v	$нм^3$ за 1 ч	$нм^3$ за 1 ч	$\%_{об}$ за 1 сут	$м^3$	сут
брикеты в дистиллированной воде	0,006	0,000066	0,3312	0,0075	4429	22,29
брикеты в морской воде	0,021	0,00024	1,191	0,65	4429	6,20

Если при транспортировке или во время хранения в штабель с таким ГБЖ попадет морская вода и 5000 т брикетов будут увлажнены морской водой, то концентрация водорода достигнет своего предела уже через 6 суток. Время хранения брикетов, увлажненных дистиллированной водой, составляет 22 дня. Это говорит о том, что содержание в морской воде солей кальция, калия, магния, сульфатов натрия и хлоридов приводит к ускорению реакций вторичного окисления горячебрикетированного железа в 3,7 раза в сравнении с дистиллированной водой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеева, А.С., Никитченко, Т.В., Тимофеев Е.С., Федина, В.В. Процессы вторичного окисления железа: уч. пособие / А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко, Е.С.Тимофеев, В.В. Федина. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 116 с.

2. Исследование влияния температуры воды на выделение водорода в процессе окисления ГБЖ / Е. А. Гладкая, В. А. Дурнева, А. Б. Арутюнян, С. К. Бакиров // Актуальные вопросы современной науки и образования : сборник статей XVI Международной научно–практической конференции : в 2 ч., Пенза, 05 февраля 2022 года. Том Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022 – 252 с.

3. Кулишова, Л. А. Совершенствование технологии морской перевозки и организации грузового сюрвея при мультимодальной транспортировке «губчатого железа»: дис. канд. техн. наук: 05.22.19 / Любовь Анатольевна Кулишова — Санкт–Петербург: 2005, — 159 . с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ В ПРОЦЕССАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Гончаров А.В., студент
Научный руководитель – к.х.н., доцент **Мялкин И.В.**
Выксунский филиал ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС»

Современное развитие металлургической промышленности стоит на пороге значительных изменений, связанных с внедрением нанотехнологий, в том числе использованием наночастиц. Наночастицы, обладая уникальными физико–химическими свойствами, дают возможность целенаправленного изменения структуры материалов, улучшения их свойств и создания новых классов высокоэффективных сплавов. Металлургия, являясь одной из основополагающих отраслей промышленности, активно исследует влияние наночастиц для оптимизации процессов обработки металлов, улучшения их механических характеристик и повышения стойкости к различным внешним воздействиям.

Наночастицы характеризуются размерами в пределах от 1 до 100 нанометров, что существенно влияет на их поведение по сравнению с крупномасштабными материалами. Основное отличие наночастиц заключается в высокой удельной поверхностной энергии, которая обуславливает уникальные свойства таких материалов, включая повышенные каталитические способности, необычные магнитные или оптические характеристики и высокую реакционную способность. Эти свойства делают наночастицы исключительно перспективными для использования в металлургии, начиная от улучшения структуры сплавов до регулирования процессов плавления, кристаллизации и модификации поверхности металлов.

Одна из ключевых проблем традиционной металлургической обработки состоит в ограниченном контроле над наноструктурой и зеренной структурой материалов. Основные шаги металлургической обработки, такие как плавление, термообработка и охлаждение, традиционно направлены на управление крупномасштабной структурой материалов, однако с внедрением наночастиц появилась возможность модификации на микро– и нанометровом уровне. Микролегирование с использованием наночастиц позволяет не только регулировать размеры зерен, но и обеспечивает улучшение механических характеристик, таких как твёрдость, прочность и усталостная стойкость [2].

Достижения в области применения наночастиц в металлургии включают значительное улучшение процессов кристаллизации. Внедрение наночастиц в расплавленные металлы позволяет получить более равномерное распределение компонентов в сплаве, что в свою очередь минимизирует вероятность образования дефектов внутри материала. Это достигается за счёт увеличения числа центров кристаллизации, которые формируются вокруг наночастиц. Такой подход особенно эффективен для получения высокопрочных алюминиевых и магниевых сплавов, применяемых в авиационной и космической отрасли. Кроме того, наночастицы играют ключевую роль в создании новых типов сверхпрочных сталей, что значительно расширяет возможности производителей в применении этих материалов для строительства, производства автомобилей и других отраслей.

Особое внимание уделяется роли наночастиц в процессе обработки металлов с точки зрения модификации поверхностей. Современные технологии предусматривают нанесение нанопокрытий, которые улучшают коррозионную стойкость, а также механическую и химическую стабильность поверхностей металлических компонентов. Например, использование наночастиц оксида титана (TiO_2) или оксида алюминия (Al_2O_3) позволяет создать покрытия с повышенной устойчивостью к абразивному износу и химическим веществам [4]. Это находит широкое применение в производстве инструментов, медицинского оборудования и автомобильных компонентов.

Наночастицы, благодаря своему маленькому размеру и высокой реакционной способности, также способствуют улучшению процессов спекания металлических порошков при производстве металлокомпозитных материалов. В аддитивных технологиях, таких как

3D–печать металлами, добавление наночастиц позволяет снизить температуру спекания, повысить плотность готового изделия и повысить его прочностные характеристики, и это особенно важно для изготовления сложных конструкций, где требуется минимизация пористости и дефектов [1]. Наночастицы олова, меди и углерода становятся основным компонентом для создания новых композитных материалов с улучшенной проводимостью и высокой прочностью.

Практическое внедрение наночастиц в металлургическую обработку уже демонстрирует свои преимущества: это улучшение свойств изделий, сокращение затрат на производство и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Использование наночастиц магния в сплавах позволяет добиться значительного уменьшения веса изделий без потери прочности, что особенно важно для производства автомобилей и авиационной техники, где снижение массы конструкций позволяет экономить топливо и уменьшать выбросы углекислого газа. Применение наночастиц оксида кремния (SiO_2) в изготовлении нержавеющих сталей даёт возможность повысить их устойчивость к агрессивным средам, что делает такие материалы идеальными для использования в химической и нефтегазовой промышленности [3].

Наночастицы находят применение и в оптимизации процессов обработки чугуна и стали. Введение наночастиц в шлаковую фазу при переработке металлов позволяет ускорить время осаждения примесей, повысить чистоту готовых сплавов, а также уменьшить количество углерода в стали. Это способствует снижению затрат на этапах рафинирования металлов, что особенно важно для крупных металлургических комбинатов.

Наночастицы также играют ключевую роль в повышении энергоэффективности металлургических процессов. К примеру, добавление наночастиц в качестве катализатора в шлаковые или расплавленные среды снижает температуру плавления металлов и ускоряет реакции, что позволяет существенно сократить потребление электроэнергии и уменьшить выбросы углекислого газа. В условиях глобального изменения климата такой подход делает применение нанотехнологий в металлургии не только экономически оправданным, но и экологически выгодным.

Коррозионная стойкость металлических поверхностей благодаря наночастицам значительно повышается, что играет важную роль в увеличении срока службы изделий. Наноструктурированные покрытия на основе углеродных нанотрубок или наночастиц графена защищают основные металлы от воздействия агрессивных сред. Это важно в таких отраслях, как морское судоходство, где металл подвержен сильному воздействию солёной воды и повышенной влажности. Исследования показывают, что такие покрытия обладают высокой адгезией и долговечностью, что сокращает расходы на ремонт и замену оборудования.

Несмотря на огромный потенциал наночастиц в металлургической обработке, существует ряд вызовов и ограничений, связанных с их широкомасштабным применением. Во–первых, это высокая стоимость производства и синтеза наночастиц, что ограничивает их использование в серийном производстве. Также остаётся проблемой равномерное распределение наночастиц в металлической матрице, особенно на этапах термопластической деформации. Дальнейшие исследования и разработки направлены на создание методов, позволяющих максимально эффективно использовать наночастицы в производственных условиях.

Будущее металлургии прочно связано с развитием нанотехнологий. Использование наночастиц открывает двери для создания новых материалов с уникальными свойствами, улучшения энергоэффективности производства и сокращения его экологического следа. Технологическое продвижение в этой области требует интеграции усилий учёных, инженеров и промышленных предприятий, что позволит сделать металлургическую отрасль ещё более конкурентоспособной и инновационной. Наночастицы не только изменят существующие подходы к обработке металлов, но также создадут условия для формирования новых стандартов качества продукции, необходимых в условиях современной высокотехнологичной экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nguyen V. M., Karunakaran G., Nguyen T. H. [et al.] Enhancement of structural and mechanical properties of Fe + 0.5 % C steel powder alloy via incorporation of Ni and Co nanoparticles // Letters on Materials. – 2020. – Vol. 10, No. 2(38). – P. 174–178.

2. Агуреев Л. Е., Лаптев И. Н., Иванов Б. С. [и др.] Разработка жаропрочного алюминиевого композита с малыми добавками нановолокон оксида алюминия (NafenTM) // Перспективные материалы. – 2020. – № 3. – С. 5–13.

3. Вилков И. В., Кетков С. Ю., Объедков А. М., Аборкин А. В. Гибридный наноматериал TiC/МУНТ: синтез, исследования и применение в качестве упрочняющих добавок в алюминиевые сплавы // XXVI Нижегородская сессия молодых ученых (технические, естественные науки): Материалы конференции, Нижний Новгород, 25–28 мая 2021 года. – Нижний Новгород: Издательство "Перо", 2021. – С. 18–21.

4. Минигалиева И. А., Сутункова М. П., Кацнельсон Б. А. [и др.] Оценка комбинированной и сравнительной токсичности наночастиц оксида цинка и оксида меди в эксперименте in vivo // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – № 6(339). – С. 34–40.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПЫЛЕУДАЛЕНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ ЗАТОЧНЫХ СТАНКОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ (УПЗЧ) АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

Карамин А.В., аспирант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Сазонов А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В настоящее время на предприятии АО «Лебединский ГОК» в управлении производства запасных частей имеется заточное отделение. Заточное отделение представляет собой участок инструментального или производственного цеха, где производится заточка режущих инструментов. Основное оборудование заточного отделения — заточные станки. Кроме основных станков, в отделениях устанавливается вспомогательное оборудование. В состав вспомогательного оборудования входят, например, обдирочно–шлифовальный станок, заточной станок для дисковых пил, заточной станок для центровочных свёрл.

В ходе процесса заточки резцов происходит выделение абразивной и металлической пыли. Проблема образования абразивной пыли возле заточных станков является актуальной, так как связана с вредными пылевыми выделениями в рабочую зону в процессе абразивной обработки изделий из металлов.

Уровень запыленности рабочего места зависит от различных факторов. На него влияют состав шлифовальных камней, характер обрабатываемого металла, способ обработки (сухой, мокрый), конструкция пылеотсасывающих устройств и другие.

В настоящее время в условиях заточного отделения АО «Лебединский ГОК» в качестве пылеулавливающего агрегата выступает ЗИЛ–900. Внешний вид пылеулавливающего агрегата ЗИЛ–900 представлен на рисунке 1, а его технические характеристики в таблице 1 [1].



Рис. 1 – Внешний вид пылеулавливающего агрегата ЗИЛ–900

Таблица 1 – Технические характеристики пылеулавливающего агрегата ЗИЛ–900

Параметры	Величина
Производительность по чистому воздуху, $м^3$/час	720

Допускаемая запыленность очищаемого воздуха, мг/м^3	35
Эффективность пылеулавливания, %	99
Очищаемая среда	неагрессивная, невзрывоопасная
Поверхность фильтрования, м^2	2,8
Тип электродвигателя	АИР80А2

В условиях программы образовательно – производственных группы были произведены замены фактической всасывания в системе пылеудаления. Замеры осуществлялись с помощью прибора «МЕТЕОСКОП–М» (рисунок 2) [2]. Результаты замеров представлены в таблице 2.



Рис. 2 – Прибор «МЕТЕОСКОП–М»

Таблица 2 – Результаты замеров скорости всасывания в системе пылеудаления

№ станка	Средняя фактическая скорость, м/с
1	4,318
2	2,77
3	0,385
4	0,47
	2,207
5	1,606
	0,392
6	2,207

Из произведенных результатов замеров видим, что фактическая скорость движения газового потока не превышает 4,318 м/с (станок №1). Данные скорости являются не удовлетворительными, так как согласно рекомендациям по расчету пылеулавливающих агрегатов для заточных станков, скорость движения должна быть не менее 15 м/с [3].

Возможными причинами отсутствия необходимой тяги является:

– большая длина трубопровода;

– недостаточная производительность пылеулавливающего аппарата (720 м^3/ч);

– возникающие потери, из–за большого количества поворотов на 90 и 45 градусов;

– отсутствие шиберов (задвижек) в магистралях;

– возможные отложения улавливаемой пыли в магистралях.

Большая запыленность при работе со свободными шлифовальными камнями и кругами создает опасность для здоровья работников. Непосредственная близость органов дыхания

станочников к вращающейся заготовке в процессе обработки деталей создаёт высокую вероятность попадания пылевых частиц в органы дыхания и зрения. Предельно допустимая концентрация абразивной пыли в зоне дыхания станочника по санитарным нормам СН 245–93 не должна превышать 5 мг/м^3 воздуха [4].

Решение имеющейся проблемы высокой запыленности будет заключаться в организации и модернизации системы пылеудаления, которая обеспечит эффективное удаление абразивной пыли прямо в рабочей среде.

Некоторые методы решения:

– Использование кожухов–пылеуловителей. Их конструкция может подразумевать подключение к системе аспирации, которая создаёт зону пониженного давления в корпусе кожуха и способствует удалению вредных частиц.

– Применение влажных способов шлифовки.

– Использование средств индивидуальной защиты органов дыхания.

– Реконструкция существующей системы пылеудаления, заключающаяся в замене действующего агрегата ЗИЛ–900 на более мощный агрегат с большей фактической производительностью.

Отсутствие эффективной системы удаления, накопление пыли может привести к развитию профессиональных заболеваний у работников, среди которых пневмокониоз, пылевой бронхит, астма и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Технические характеристики агрегата ЗИЛ – 900 [Электронный ресурс] URL: https://eng–e.com/katalog/aspiraciya/ciklony/zil900.html?ysclid=m9gybu10bc556618703 (дата обращения: 08.04.2025).

2 Описание прибора «МЕТЕОСКОП–М» [Электронный ресурс] URL: https://www.souz–pribor.ru/catalog/ecological_monitoring/universalnye–izmeriteli–parametrov–vozdushnoy–sredy–meteometry/meteoskop–m/?ysclid=m9h32l0h1h150292420 (дата обращения: 08.04.2025).

3 Рекомендации по расчету пылеулавливающих агрегатов заточных станков [Электронный ресурс] URL: https://www.elstat.ru/wp–content/uploads/2019/07/AOUM.pdf (дата обращения: 08.04.2025).

4 Санитарные нормы СН 245–93 [Электронный ресурс] URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294853/4294853876.htm?ysclid=m9h33673p6685368587 (дата обращения: 08.04.2025).

5 Методика расчёта объёмов образования отходов [Электронный ресурс] URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850505.htm?ysclid=m9h3axy3f8991750761 (дата обращения: 08.04.2025).

МИКРОЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ В ГАЗОВЫХ СРЕДАХ

Кудинов Е.А., магистрант
Научный руководитель – к.т.н.,доцент **Скляр В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение

В современной промышленности предъявляются высокие требования к эксплуатационным характеристикам рабочих поверхностей деталей машин и механизмов. Выполнение этих требований обуславливает применение дорогостоящих материалов, которые в свою очередь, усложняют технологический процесс механической обработки поверхностей из таких материалов. Одним из таких технологических процессов является электроискровое легирование поверхностей с применением защитных газообразных сред с последующей окончательной обработкой (шлифование, доводка, выглаживание и т.д.).

Для обеспечения технической возможности упрочнения и последующей окончательной обработки возникает необходимость разработки способа управления свойствами и характеристиками формируемых электроискровых покрытий.

Таким образом, проблема создания комплексной технологии восстановления и упрочнения электроискровым легированием с применением защитной среды и последующей окончательной обработки для повышения эксплуатационных характеристик поверхностей деталей машин, является актуальной. [1]

В результате анализа научно–технических литературных источников, по теме комплексной обработки электроискровым легированием с применением фасонного электрода и защитной среды было установлено, что данная область знаний требует расширенного изучения, обуславливающихся определенными сдерживающими факторами:

– малым количеством исследований об условиях возникновения, основных факторах и явлениях, сопровождающих технологический процесс комплексной технологии;

– неполная оценка степени влияния комплексной технологии упрочнения и восстановления на формирование структуры поверхности изделия и физико–механических свойств упрочненного и восстановленного слоев;

– отсутствие данных по исследованию механизма формирования структуры слоев и его зависимости от начальной структуры электродных графитовых материалов и режимов легирования в защитных средах;

– отсутствие полноценных исследований эрозионных свойств и механизма массопереноса с фасонных поверхностей графитового электрода на рабочие поверхности изделий под воздействием защитных сред.

Основная часть

В данной научно–исследовательской работе рассматривается способ упрочнения поверхностей изделия методом электроэрозионного легирования рабочих поверхностей детали.

Основанное на явлении электрической эрозии и полярного переноса материала анода (инструмента) на катод (поверхность детали) при протекании импульсных разрядов в газовой среде, электроискровое легирование металлических поверхностей осуществляется при искровой форме электрических разрядов при малой длительности (от 10–6 до 10–3 с).

По сравнению с другими способами поверхностного упрочнения электроискровое легирование имеет некоторые преимущества, такие как возможность локальной обработки поверхности, без ее нагрева до высоких температур и с точностью размеров области нанесения покрытия до долей миллиметра без необходимости защищать остальную поверхность детали от воздействия обрабатывающего инструмента. Возможность использования в качестве

легирующего материала электрода любой электропроводящий материал или сплав, что позволяет создавать покрытия с различными физико–механическими свойствами, необходимые для эксплуатации изделия в различных агрессивных средах. Упрощенная технология нанесения покрытия обуславливает относительно низкую себестоимость, сниженные требования к квалификации работника и высокую мобильность оборудования.

В настоящее время метод электроискрового легирования поверхностей изделий применяется для увеличения твердости, коррозионной стойкости, износу и повышенным температурам.

Такой метод упрочения имеет такие недостатки, как малая толщина формируемого слоя от 0,1 мм до 0,2 мм, его высокая шероховатость и пористость, низкая производительность обработки до 20 см2/мин, невозможность использования материалов–диэлектриков и прочие, поверхности, упрочненные этим методом, могут подвергаться дополнительной финишной обработке.

Большинство методов механической обработки не могут применяться для снижения шероховатости ЭИЛ–покрытий, так как их толщины меньше или сопоставимы с минимальным технологическим припуском на механическую обработку.

Целью данной работы является определение влияния защитных сред на формирование поверхностных цементированных слоев, сформированных графитовыми сварочными электродами и степень цементации и упрочения, полученных таким методом поверхностей.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

– произвести процедуру электроискрового легирования поверхности подготовленных образцов в 3 различных средах, таких как воздух, аргон и углекислота.

– провести подготовку образцов для дальнейших исследований полученных характеристик сформированных поверхностных цементированных слоев.

– произвести анализ полученных данных и установить эффективность применения защитных сред для микроцементации рабочих поверхностей деталей.

В качестве материала для формирования цементируемого слоя была выбрана сталь Ст3сп с химическим составом, представленным в таблице 1. [2]

Из этого материала были изготовлены образцы с плоскими цилиндрическими поверхностями размерами ø38 мм.

Для цементирования поверхностей образцов использовались графитовые или угольные электроды. Электроды угольные предназначены для воздушно–дуговой резки металлов, удаления прибылей и дефектов литья, строжки электроприхваток и сварных швов при силе тока до 1000А, для сварки металлов и других работ. Для формирования насыщенного углеродом слоя на поверхность образцов использовались угольные электроды для сварки и строжки металлов двух разных структур, содержащихся в них графитов.

Качественные характеристики используемых электродов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества угольных электродов

Марка электродов	ГЭ	ВДК
Удельное электрическое сопротивление, мОм.м, не более	21	0,1
Механическая прочность при изгибе, МПа, не менее	22	12
Содержание золы, %, не более	1,5	1,5
Плотность, г/см^3	1,5	2,0

Для более отчетливого сравнения эффективности двух марок электродов воздействие ими на образцы происходило на одинаковых энергетических режимах и в равных концентрациях защитных сред.

При формировании цементированных слоев на поверхностях, подготовленных образцов использовались постоянные режимы обработки, исключение составляла скорость нанесения, которая обусловлена удельным электрическим сопротивлением графитовых

электродов и скорости переноса их материала на поверхность образцов. Режимы обработки образцов в ходе проведения практических экспериментов представлены в таблице.

Таблица 2 – Показатели качества угольных, графитовых электродов

Тип электрода	Среда формирования слоя	Площадь формирования слоя, $см^2$	Режим создания слоя	Коэффициент энергии	Скорость формирования слоя V, $см^2$/мин
ГЭ	Воздух ($N_2 + O_2$)	11,33	7	1,0	0,94
	Аргон (Ar)				
	Углекислота (CO_2)				
ВДК	Воздух ($N_2 + O_2$)				0,63
	Аргон (Ar)				
	Углекислота (CO_2)				

Внешний вид образцов со сформированными цементированными слоями представлены на рисунках 1 (а–е). Наблюдаются кардинальные отличия в сформированной структуре поверхностных слоев, это обуславливается различием условий изготовления используемых электродов и содержащихся в их структуре графитов. Кардинальные отличия во внешнем виде заключаются в различиях структуры углерода, содержащихся в электродах.



а – Электрод ГЭ в воздушной среде; б – Электрод ГЭ в углекислотной среде; в – Электрод ГЭ в аргоновой среде; г – Электрод ВДК в воздушной среде; д – Электрод ВДК в углекислотной среде; е – Электрод ВДК в аргоновой среде

Рис. 1 – Образцы со сформированными цементированными слоями

В электродах типа ГЭ содержится углерод более крупной фракции, это обуславливает значительные перепады вершин и впадин на сформированной поверхности цементированного слоя. Также значительные перепады высот поверхностного слоя и перегревы поверхности образца определяются высоким сопротивлением электрода, что обеспечивает более быстрое нагревание заготовки, а не углеродного электрода.

При использовании электродов типа ВДК поверхностный упрочненный слой формируется с более высокой плоскостностью, малыми высотой и глубиной микронеровностей, что обеспечивает сравнительно небольшое значение средней

шероховатости поверхности. Эти свойства сформированных слоев зависят от более высокой плотности прессования сырья для воздушно–дуговых электродов. В процессе формирования поверхности с помощью этого типа электрода происходят пригары материала электрода в поверхностном слое образца. Протекание этого процесса обеспечивает более быстрый нагрев электрода по сравнению с ГЭ электродом. [3]

После проведения практических испытаний были проведены сравнительные взвешивания масс образцов и электродов для определения объема перенесенного материала электрода в поверхность обрабатываемого образца. В ходе измерений было определено, что в защитных средах электроды типа ВДК теряют общую. массу примерно на 50% медленнее, что благоприятно скажется на производительности процесса и сокращении времени вспомогательных действий работника. Электроды типа ГЭ не изменили значений потерь масс при формировании цементируемых слоев как в защитных, так и в воздушной средах.

Массы образцов после формирования на их поверхностях твердых слоев не подверглись значительным изменениям, это обусловлено изменением химического состава поверхностного слоя образцов без внедрения в него элементов углерода. В некоторых практических экспериментах масса образца незначительно уменьшалась, что связано с выгоранием части материала поверхности при формировании внутри нее слоя с повышенной твердостью.

Последними внешними измеряемыми параметрами являются изменения толщины образцов и средняя шероховатость сформированной поверхности. Значения шероховатости у образцов, обработанных ГЭ электродами находятся в диапазоне свыше 12,5 мкм, что определяется неравномерным распределением материала электрода на поверхности образца. Кроме того, случайно расположенные вершины упрочненного слоя достигают перепадов с исходной поверхностью вплоть до 0,5 мм – это требует проведения дополнительной обработки такой поверхности перед вводом ее в эксплуатацию. Образцы с нанесенными слоями из электродов типа ВДК имеют значения шероховатости в диапазоне 3,5 – 6,8 мкм, что определяется малыми приростами толщин заготовок, после экспериментов. [4]

Сравнительные значения толщин и масс образцов, масс электродов и средние значения шероховатостей поверхностей образцов представлены в таблице 3 ниже.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики образцов и электродов

Тип электрода	Среда формирования слоя	Масса образца , г		Масса электрода, г		Толщина образца, мм		Средняя шероховатость упроченного слоя $Ra_{ср}$, мкм
		До	После	До	После	До	После	
ГЭ	Воздух ($N_2 + O_2$)	62,150	62,140	15,600	15,550	6,465	6,820	>12,5
	Аргон (Ar)	60,420	60,435	15,665	15,605	6,335	6,850	>12,5
	Углекислота (CO_2)	62,395	62,390	15,550	15,510	6,550	7,235	>12,5
ВДК	Воздух ($N_2 + O_2$)	63,045	63,035	7,090	6,755	6,565	6,615	5,558
	Аргон (Ar)	61,075	61,085	7,260	7,090	6,325	6,375	5,712
	Углекислота (CO_2)	54,700	54,705	6,750	6,580	5,665	5,700	4,839

После измерения внешних параметров сформированных поверхностных слоев образцы были разрезаны в поперечном сечении и отшлифованы для рассмотрения микроструктуры упрочненных слоев.

Измерения производились по методу Микро–Викерса с нагрузкой 0.05 кг с выдержкой 10 секунд с последовательным удалением точек измерения от границ сформированного упрочненного слоя. После измерений микротвердости были получены значения глубин сформированных слоев и их средние значения твердости по шкалам измерений HV и HRC.

При исследовании были получены изображения твердостей и глубин сформированных микроцементированных слоев для каждой комбинации практических экспериментов.

На рисунке 2 показан микроупрочненный слой, сформированный электродом типа ГЭ в среде воздух. Диапазон твердостей, полученного слоя от 950 до 1485 со средней глубиной 174 мкм. Измеренная твердость эквивалентна 70 HRC. Сформированные упрочненные слои электроды типа ГЭ имеют неравномерное распределение твердости вдоль глубины, что обусловлено большими перепадами высот и впадин на поверхности образца.

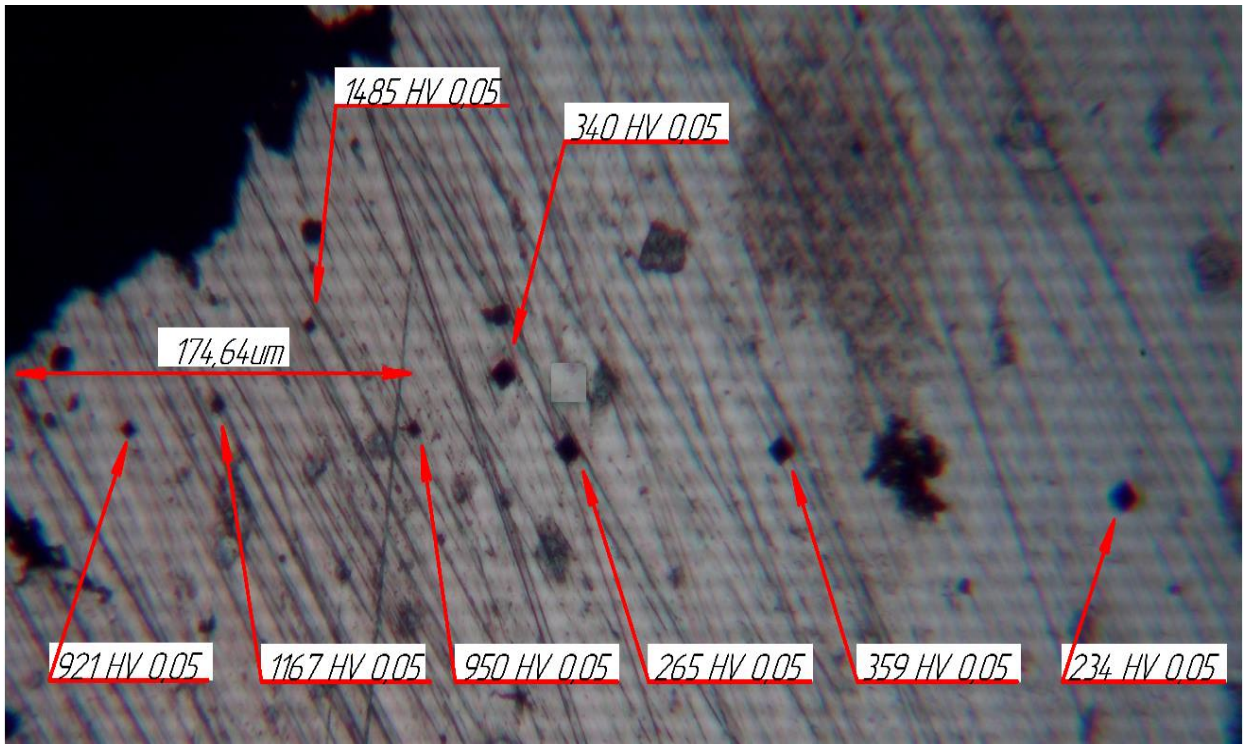


Рис. 2 – Глубина и твердость микроцементированного слоя сформированные электродом типа ГЭ в среде воздух

Сформированные слои электродом типа ВДК имеют сравнительно меньшую твердость, но более сплошную структуру, что обеспечит их больший срок износа. На рисунке представлен микроцементированный слой, сформированный электродом типа ВДК в среде аргон. Глубина слоя 0,2 мм со средней твердостью 34 HRC. Изображение сформированного в этих условиях микроцементированного слоя представлено на рисунке 3.

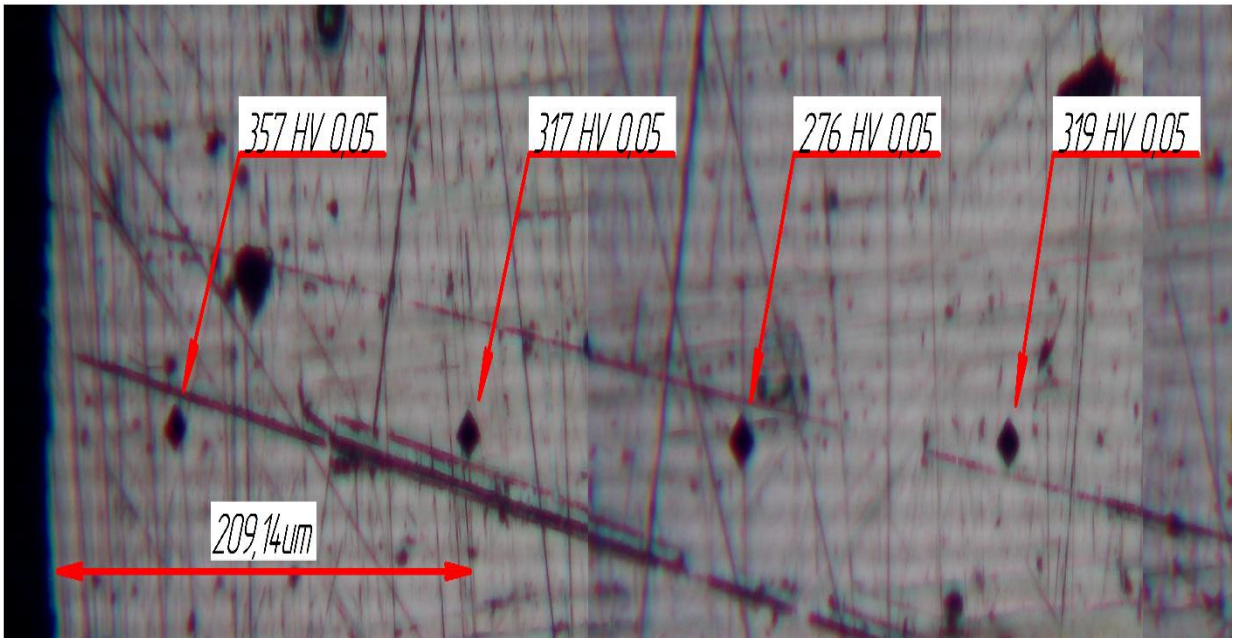


Рис. 3 – Глубина и твердость микроцементированного слоя сформированные электродом типа ВДК в среде аргон

Численные значения микротвердостей и глубин остальных сформированных цементированных слоев приводятся в таблице 4.

При формировании микроцементированного слоя в среде воздух электродом типа ВДК увеличение твердости обнаружено не было, следовательно, эти условия не рекомендуются к использованию.

Во время проведения исследований по формированию микроцементированных слоев на плоских поверхностях были выполнены практические эксперименты с различными комбинациями типов электродов и сред формирований покрытий.

Сформированные слои электродом типа ГЭ в защитных средах имеют меньшие значения твердостей и глубины самих слоев, чем в среде воздух. Защитные среды в комбинации с этим типом электрода позволяют получить более сплошные поверхностные микрогеометрии. Значения измеренных твердостей неравномерно распределены по глубине микроцементированных слоев, что отрицательно скажется на равномерности износа поверхностей, упроченных в этих условиях.

Микроцементированные слои, полученные при использовании электрода типа ВДК имели лучшие параметры шероховатости и сплошности наружных поверхности, но сравнительно меньшие значения твердости. Защитные среды диоксида углерода и аргона благоприятно воздействовали на процесс формирования микроцементированных слоев. Формирование слоя в среде аргон увеличило глубину проникновения твердости, а в защитной среде углекислоты диапазон твердостей до значений 50–58 HRC. При формировании микроцементированного слоя электродом типа ВДК в среде воздух изменения твердости не было обнаружено.

Таблица 4 – Параметры микроструктуры сформированных поверхностных слоев исследуемых поперечных сечений образцов

Тип электрода	Среда формирования слоя	Глубина сформированного слоя, мкм	Твердость слоя, HRC	Твердость слоя, HV
ГЭ	Воздух (Воздух)	174,64	75–68	1485–921
	Аргон (Ar)	87,24	49–46	496–457

	Углекислота (CO_2)	94,17	38–32	374–312
ВДК	Воздух (Воздух)	Изменение твердости не обнаружено		
	Аргон (Ar)	209,14	36–32	357–317
	Углекислота (CO_2)	30,92	58–50	651–515

Заключение

После проведения исследований и практических экспериментов по микроцементированию образцов из материала сталь 3сп графитовыми электродами типов ГЭ и ВДК в защитных средах на текущем этапе были определены оптимальные комбинации условий формирования упрочненных поверхностных слоев.

При формировании микроцементированных слоев электродами типа ГЭ параметры шероховатости и плоскостности были получены неудовлетворительные, это обусловлено быстрым перегревом образцов из–за большого сопротивления электрода в следствие содержащейся в нем структуры углерода. Наибольшие значения твердости и глубины были получены при формировании слоя в среде воздуха.

Для выявления возможной эффективности электродов типа ГЭ требуется проведение практических экспериментов по формированию слоев в защитной среде смеси газов.

Лучшие эксплуатационные характеристики микроцементированных слоев получены при использовании электродов типа ВДК. Наибольшие значения твердости слоя получены в защитной среде диоксида углерода, а самая большая глубина измеренного слоя получена при формировании в среде аргона. Кроме того, в этих защитных средах потеря массы электродов уменьшилась приблизительно в 2 раза.

В дальнейших исследованиях этого направления необходимы дополнительные исследования с механизацией процесса формирования микроцементированных слоев и использованием других защитных газовых сред и их смесей.

Также требуется проведение практических экспериментов с применением метода комплексной технологии механической обработки электроискровых покрытий, в частности выглаживания и вибровыглаживания для снижения дефектов, полученных при формировании поверхностных слоев и покрытий на рабочих поверхностях деталей и исследования влияния поверхностно–пластической деформации на микроструктуру обрабатываемых поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гитлевич, А.Е., Михайлов В.В., Царканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 196 с.

2. ГОСТ 380–2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки – М.: Стандартинформ, 2007. – 16 с.

3. Лазаренко Н.И. О механизме образования покрытий при электроискровом легировании металлических поверхностей. Электронная обработка материалов.1965,(1),49–53.

4. Машков, Ю.К. Сущность метода электроискрового легирования / Ю.К. Машков, Д.Н. Коротаев, А.Е. Казанцева / Омский научный вестник. – 2007. – № 2. – С. 94–95.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА ШИХТЫ НА ПРОЧНОСТЬ СЫРЫХ МАГНЕТИТОВЫХ ОКАТЫШЕЙ

Парталюк С.В., Лихтина Е.Ю. студенты
Научный руководитель – к.т.н., профессор **Тимофеева А.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Металлургическая промышленность играет важнейшую роль в мировой экономике, обеспечивая производство стали, которая является основой для многих отраслей. Железорудные окатыши, изготовленные из высококачественных железных руд, таких как магнетитовый концентрат, обладают необходимыми металлургическими свойствами для эффективного использования в доменных печах

Процесс производства окатышей является важным этапом в подготовке железорудного сырья к металлургической переработке. Основным компонентом шихты для окатышей являются железорудные концентраты, которые проходят процесс гранулирования. Одним из ключевых факторов, влияющих на качество получаемых окатышей, является температура шихты.

Отечественная и зарубежная практика производства не офлюсованных окатышей из железорудного концентрата показала, что для придания окатышам необходимых механических свойств во влажном и сухом состоянии, а также с целью оптимизации удаления воды из влажных окатышей, добавляют связующие материалы органического и неорганического происхождения [1].

На сегодняшний день, универсальным связующим материалом для окомкования железорудных концентратов остаются щелочной бентонит, модифицированный щелочноземельный бентонит и композиционные связующие материалы на их основе. Определяющую роль для использования бентонитов в окомковании играет минеральный состав, основу которого составляет монтмориллонит.

Основным фактором, влияющим на прочность и разупрочнение окатышей, является эффективная вязкость бентонитов.

Влияние температуры на реологические свойства суспензий бентонитов в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние температуры на реологические свойства суспензий бентонитов [2]

Свойства	20	30	40	50
	t°C			
Предельное напряжение сдвига, Ѳ, дин/см^2	270	290	340	470
Пластическая вязкость, $\eta_м$, пуаз	2,43	2,45	2,44	2,43
Показатель пластичности, ψ, сек$^{-1}$	113	121	142	196

Температура оказывает существенное влияние на реологические свойства бентонитовой суспензии и, как следствие, на прочностные характеристики сырых окатышей. С повышением температуры предельное напряжение сдвига суспензии резко увеличивается, что связано с интенсификацией процессов коагуляционного структурообразования. Это способствует улучшению механической прочности сырых окатышей за счёт увеличения межчастичных связей.

Значения предельных напряжений, а, следовательно, и прочности сырых окатышей определяются двумя основными факторами – капиллярными взаимодействиями частиц

концентрата и силой связи их с бентонитовой суспензией [3]. Каждый из этих факторов играет существенную роль в формировании прочности, однако энергия взаимодействия единицы поверхности рудной частицы с суспензией из диспергированного бентонита, в основном выше, чем с водой. Поэтому можно считать, что пленка суспензии, обволакивающая рудные частицы, наряду с действием капиллярных сил, обусловленных свободной влагой, обеспечивает максимальные прочностные характеристики в данной системе.

В технологии адгезионного гранулирования дисперсных материалов после операции окомкования, как правило, проводят термическую обработку [4]. При этом интенсивность производств в значительной мере определяется термической стойкостью сырых окатышей. Последние, в свою очередь, существенно зависят от характера изменения реологических свойств бентонитовой суспензии при нагревании. Это объясняется тем, что прочность окатышей и развитие в ней усадочных напряжений является функцией реологических показателей бентонитовой суспензии.

С повышением температуры предельное напряжение сдвига резко увеличивается [2]. Очевидно, это является следствием интенсификации коагуляционного структурообразования, а расструктурирующее влияние температуры проявляется в меньшей степени. Причина заключается в существенном влиянии нагрева на поверхностное диспергирование, предопределяющее эффективность структурообразования. Изменения предельного напряжения сдвига и вязкости, пластичность при повышении температуры имеет тенденцию к резкому увеличению.

Реологические свойства (текучесть и пластичность) смесей, содержащих поры, сильно зависят от добавления поверхностно–активных веществ. Эти добавки меняют степень коллоидности (способность частиц равномерно распределяться в жидкости) и гидрофильности (способность материала взаимодействовать с водой). Благодаря этому можно легко регулировать пластичность смеси, что, в свою очередь, влияет на термическую стойкость (устойчивость к высоким температурам) готовых пористых материалов. Проще говоря, добавки помогают управлять свойствами смеси, делая её более удобной для обработки и устойчивой к нагреву.

Индекс набухания бентонита напрямую связан с температурой, так как при нагреве происходят процессы дегидратации, влияющие на структуру монтмориллонита – основного минерала в бентоните. На начальных этапах нагрева (до 80 °C) из материала удаляется свободная вода, при этом индекс набухания остается практически неизменным.

Нагревание также влияет на способность бентонита к набуханию, что, в свою очередь, обеспечивает повышение прочности окатышей за счёт связывания частиц железорудного концентрата.

Чтобы оценить механические свойства окатыша, были проведены два ключевых эксперимента: на прочность при сжатии и прочность окатышей на удар. В первом случае измеряли сопротивление материала разрушению под нагрузкой, а во втором — его способность выдерживать динамические воздействия.

Эксперимент проводили на окатышах, полученных из шихты при разных температурных режимах: комнатной температуре, 50 °C и 80 °C.

Первый эксперимент проводили с использованием установки, предназначенной для измерения прочности на сжатие. В ходе выполнения процедуры окатыш размещается на столике весов, после чего прозрачная пластина постепенно опускается с помощью регулировочного винта устройства. Движение пластины продолжается до появления первых трещин на поверхности окатыша. В момент его разрушения фиксируется величина силы, отображаемая на весах

Прочность окатыша на удар определяли с помощью сброса его с заданной высоты на твёрдую поверхность, после чего оценивали степень повреждений. Для испытания окатыш разместить на поверхности высотой 50 см, под которой находится резиновый коврик. Окатыш аккуратно скатывали рукой, чтобы он падал на коврик. Процедуру повторяли до появления внешнего повреждения или разрушения окатыша. Фиксировали количество сбросов, которые он выдержал.

Данные, полученные в ходе экспериментов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Прочность на сжатие окатышей с шихтой различной температуры

№ окатыша	А		А1		Б		Б1		С		С1	
	кг/ок											
	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм
1	0,83	0,46	250	359	1,34	1,035	618,1	493,6	1,14	1,25	580,6	658,4
2	0,97	0,62	353	373	1,15	0,98	790,4	529,5	1,35	1,31	613,6	635,8
3	0,73	0,65	180	357	1,29	1,01	662	570,4	1,405	1,32	592,9	618,3
4	0,725	0,81	323	366	1,42	0,83	637,4	428	1,355	1,045	754,3	552,2
5	0,62	0,72	320	363	1,2	1,15	661,9	531,8	1,47	0,98	734,3	472,3
Среднее	0,7135		324,4		1,14		592,31		1,2625		621,27	

Примечание: А – прочность на сжатие сырых окатышей при 25 ^{0}С; А1– прочность на сжатие обожжённых, 25 ^{0}С; В – прочность на сжатие сырых окатышей, 50 ^{0}С; В1– прочность на сжатие обожжённых окатышей, 50 ^{0}С; Д– прочность на сжатие сырых окатышей, 80 ^{0}С; Д1 – прочность на сжатие обожжённых окатышей, 80 ^{0}С.

Таблица 3 – Данные экспериментов по прочности окатышей на удар, (раз/ок)

	25 ^{0} С		50 ^{0}С		80 ^{0}С	
Окатыши	Число сбросов					
	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм	12 мм	10 мм
1	10	6	20	26	10	14
2	5	10	21	19	28	9
3	8	10	33	19	16	12
4	10	8	40	20	7	11
5	10	6	38	23	16	12
Среднее	8,3		25,9		13,5	

Анализ экспериментальных данных позволяет оценить влияние подогрева шихты на характеристики окатышей. Рассмотрим изменения параметров и рассмотрим их взаимосвязь.

Одним из ключевых изменений, которые сопровождают подогрев, является повышение прочности окатышей (см. рисунок 1). Подогретая шихта формирует более прочные окатыши, которые способны выдерживать большую нагрузку, чем те, которые были изготовлены без подогрева.

При комнатной температуре прочность на сжатие находится на низком уровне. Умеренный нагрев шихты до 50 градусов способствует значительному увеличению прочности. Дальнейшее повышение температуры до 80 градусов также улучшает прочность, однако различия между 50 и 80 градусами становятся менее значительными.

Прочность на удар показывает аналогичную тенденцию: окатыши, сформированные при 50 градусах, обладают наибольшей устойчивостью, тогда как при комнатной температуре и 80 градусах устойчивость несколько снижается.

Вода, проникшая в межслоевое пространство монтмориллонита и связанная силами Ван–дер–Ваальса, способствует взаимному скольжению отдельных рудных зерен, тем самым повышая пластические свойства и сопротивление окатыша динамическим нагрузкам [3–4].

При высыхании капиллярные силы уменьшаются и прочность окатыша будет зависеть от сил сцепления (адгезии) по типу концентрат – бентонит – концентрат.

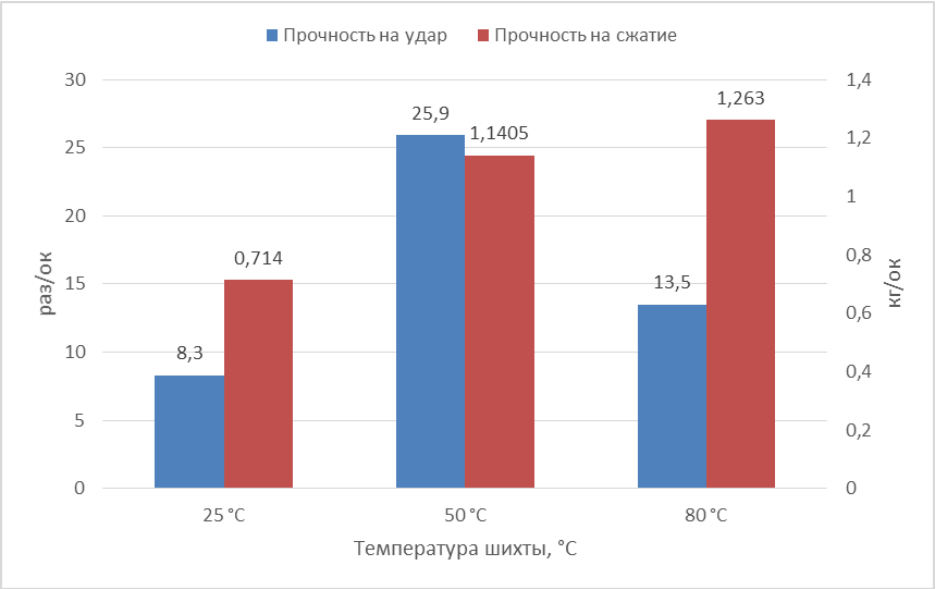


Рис. 1 – Прочность на удар и сжатие сырых окатышей

Таким образом, на основании анализа данных можно сделать вывод, что температура шихты в 50 градусов является оптимальной для формирования окатышей. Она обеспечивает максимальный общий выход при сохранении высокого качества.

Этот температурный режим представляет собой сбалансированный вариант, который позволяет достичь наилучших результатов в процессе подготовки окатышей.

Экспериментальные данные свидетельствуют о значительном влиянии подогрева шихты на свойства и качество окатышей.

Подогрев способствует равномерному распределению влаги и образованию более плотной структуры окатышей, что повышает их устойчивость к механическим воздействиям и делает их более пригодными для транспортировки и дальнейшей переработки.

Этот режим способствует формированию прочных и однородных окатышей, снижая их пористость и улучшая сцепление частиц, что делает их более устойчивыми к термическим и механическим нагрузкам. В отличие от более высоких температур, при которых происходит ухудшение структуры окатышей, нагрев до 50 градусов позволяет добиться максимальной продуктивности без негативного влияния на качество. Таким образом, данный температурный режим можно считать наиболее эффективным для подготовки окатышей перед обжигом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальцева, В. Е. Исследование влияния бентонитов на формирование элементов структуры и свойств сырых и обожженных окатышей. Диссертация кандидата технических наук, 2002 г., 180 с.

2. А.В.Витюгин, В.М.Витюгин, Т.Г.Леонтьева, Исследование влияния температуры на реологические свойства структурирования поровых суспензий в формованных капилярно–пористых телах, 1975, 3 с.

3. Экстракция чёрных металлов из природного и техногенного сырья: учебное пособие / А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, Е. С. Тимофеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 304 с.

4. Тимофеева, А. С., Никитченко, Т. В., Тимофеев, Е. С., Федина, В. В. Теплофизика получения окисленных окатышей / А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, Е. С. Тимофеев, В. В. Федина. – Старый Оскол: «ТНТ». –2020.–140 с.

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВИЗАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

Рябов Л.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Скляр В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Металлургия, одна из старейших отраслей промышленности, переживает революцию благодаря внедрению искусственного интеллекта (ИИ) и цифровых технологий. Эти инструменты не только повышают эффективность процессов, но и открывают новые возможности для оптимизации ресурсов, снижения затрат и минимизации экологического следа. Рассматрии ключевые направления интеграции ИИ и цифровизации в металлургию, их преимущества и вызовы, а также примеры успешного применения.

Металлургическая промышленность сталкивается с растущими требованиями к энергоэффективности, экологичности и гибкости производства. Традиционные методы управления процессами, основанные на эмпирических данных, уступают место интеллектуальным системам, способным анализировать большие массивы информации в режиме реального времени. Искусственный интеллект, машинное обучение (МО), Интернет вещей (IoT) и цифровые двойники становятся ключевыми драйверами этой трансформации.

Можно выделить следующие основные направления внедрения ИИ и цифровых технологий.

Оптимизация производственных процессов.

Возможно управление плавкой и прокаткой. При этом алгоритмы МО анализируют данные с датчиков в доменных печах, электродуговых установках и прокатных станах, прогнозируя оптимальные параметры температуры, состава шихты и скорости охлаждения.

Например, компания Tata Steel использует ИИ для снижения расхода кокса на 5–10% за счёт точного контроля восстановительных процессов.

Энергоэффективность.

Системы на базе ИИ оптимизируют энергопотребление, учитывая график нагрузки и стоимость ресурсов. В алюминиевой промышленности внедрение интеллектуальных систем электролиза позволило сократить энергозатраты на 15–20%.

Цифровые двойники.

Сегодня цифровые двойники становятся все более востребованы в России. В первую очередь этот тренд поддерживается крупными холдингами в металлургии, горнодобывающей промышленности и энергетике – другими словами, в отраслях с непрерывным производством. Технология цифровых двойников позволяет получить дополнительные проценты повышения выработки или снижения износа и энергопотребления без замены и реконструкции дорогостоящего промышленного оборудования (рисунок 1). А это очень значительные суммы, за считанные месяцы перекрывающие все риски и издержки при внедрении инновационного решения. Цифровые копии физических объектов (печей, конвейеров) позволяют моделировать сценарии, выявлять узкие места и тестировать изменения без остановки производства. Например компания ArcelorMittal разработала цифрового двойника доменной печи, что сократило время настройки параметров плавки на 30%. А использование цифровых двойников для моделирования процессов обогащения руды в компании Норникель повысило выход металла на 7%.

Контроль качества и прогнозная аналитика.

Дефектоскопия с компьютерным зрением: нейросети анализируют изображения с камер и рентгеновских установок, обнаруживая микротрещины, включения и иные дефекты с точностью до 99%. Прогнозирование отказов оборудования: системы предиктивной аналитики предупреждают о возможных поломках, анализируя вибрацию, температуру и износ компонентов.

Роботизация и IoT.

Мы живём во времена четвёртой промышленной революции: первая подразумевала использование парового двигателя, вторая случилась с изобретением электрогенераторов и топлива на основе нефти и газа, третья произошла с появлением ЭВМ, а сейчас переломным фактором становится внедрение нескольких групп технологий, включая машинное обучение, облачные вычисления и интернет вещей. Исследования подтверждают, что эти технологии меняют промышленность: по данным медиакомпании GlobeNewswire, внедрение IoT на 25% повышает продуктивность и на 70% снижает вероятность поломок.

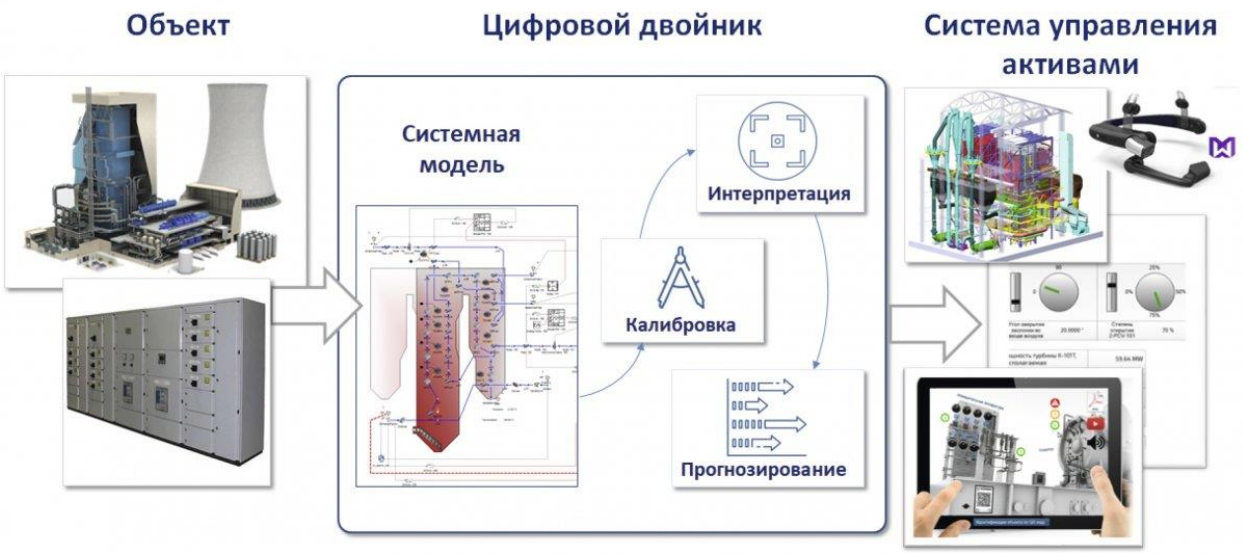


Рис. 1 – Структура цифрового двойника

Концепция умного производства (Smart Manufacturing) заключается в интеграции современных технологий в процессы на предприятиях. К ключевым инструментам её реализации эксперты IBM относят решения, задействующие искусственный интеллект, робототехнику, облачные и периферийные вычисления, блокчейн, и некоторые другие.

На практике все эти возможности используются бизнесами в разной степени: отчёт консалтинговой компании McKinsey&Company от 2024 года показывает, что более развитые технологии используются шире. Так, генеративный ИИ в среднем уже прошёл этап пилотного запуска и находится в процессе масштабирования, а расширенная реальность, включая виртуальную, остаётся на этапе экспериментов. Впрочем, и менее популярные разработки могут активно применяться в отдельных нишах: так, VR используют для создания обучающих курсов для сотрудников российских и зарубежных компаний.

В числе технологий, формирующих современную промышленность, авторы IBM приводят и IoT, а точнее IIoT (Industrial Internet of Things, промышленный интернет вещей) — разновидность интернета вещей, включающую в себя решения для производства. По определению на сайте IBM, IIoT представляет собой сеть из оборудования, инструментов и сенсоров, которые соединены друг с другом и с облаком, а также собирают и передают данные для анализа и автоматизации процессов на предприятиях.

Поставщики успешно предлагают B2B–клиентам IIoT–решения: например, компания Amazon рассказывает о том, как с её помощью производитель и дистрибьютор целлюлозно–бумажных изделий Georgia–Pacific на 30% сократил отходы из–за порчи продукта на ряде производств, что сэкономило миллионы долларов. А поставщик производственного ПО AVEVA смог улучшить показатели фабрики Schneider Electric в Индонезии настолько, что её значение для развития глобальной промышленности отметили эксперты Мирового экономического форума.

Автономные системы.

Роботы–манипуляторы для разливки металла, дроны для инспекции опасных зон. Умные датчики: сеть IoT–устройств собирает данные о составе газов, давлении и других параметрах, передавая их в облачные платформы для анализа.

Можно выделить следующие основные преимущества цифровизации:

– Сокращение затрат (оптимизация сырья и энергии снижает себестоимость продукции).

– Повышение безопасности (роботы заменяют людей на опасных участках).

– Устойчивое развитие (снижение выбросов вредных веществ и парниковых газов за счёт точного контроля процессов).

Однако для внедрения цифровых технологий требуются большие объёмы структурированных данных обучения алгоритмов, которые не всегда доступны, а также необходимость переобучения инженеров и технологов. Кроме того, цифровые системы уязвимы для хакерских атак.

Таким образом, искусственный интеллект и цифровизация кардинально меняют металлургию, делая её более конкурентоспособной и экологичной. В ближайшие годы ожидается рост применения квантовых вычислений для моделирования сплавов, а также развитие автономных «умных» заводов. Однако успех зависит от решения вопросов интеграции legacy–систем, защиты данных и подготовки кадров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цифровые двойники в промышленности: возможности и перспективы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ritm–magazine.com/ru/public/cifrovye–dvoyniki–v–promyshlennosti–vozmozhnosti–i–perspektivy (дата обращения: 01.04.2025).

2. Металлургия и металлопродукция: новости отрасли [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.metalinfo.ru/ru/news/148287 (дата обращения: 01.04.2025).

3. IoT на производстве: возможности и риски [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://futurecrew.ru/blog/iot–na–proizvodstve–vozmozhnosti–i–riski (дата обращения: 01.04.2025).

4. Металлургический бюллетень: черная металлургия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.metalbulletin.ru/news/black/10181378/ (дата обращения: 01.04.2025).

5. Цифровые двойники в промышленности набирают обороты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://nornickel.digital/pulse/cifrovye–dvojjniki–v–promyshlennosti–nabirayut–oboroty (дата обращения: 01.04.2025).

ВИДЕОАНАЛИТИКА И МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ ДЛЯ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Талдыкина А. Ю., магистрант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Малахова О.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Чёрная металлургия является одной из ключевых отраслей отечественной промышленности, играющей важную роль в экономическом развитии стран. Она не только обеспечивает производство основных материалов, необходимых для строительства, машиностроения и других секторов, но и способствует инновациям, созданию рабочих мест и улучшению качества жизни. Современные вызовы, такие как глобализация, изменения в спросе на металлопродукцию, экологические требования и необходимость снижения зависимости от импорта, требуют от металлургической отрасли гибкости и адаптивности [1–2].

Видеоаналитика, основанная на машинном зрении, представляет собой важный инструмент для предприятий черной металлургии, способствующий значительному улучшению качества продукции, оптимизации производственных процессов и повышению уровня безопасности на рабочих местах. Внедрение видеоаналитических систем позволяет осуществлять постоянный мониторинг технологических операций, что помогает оперативно выявлять отклонения от стандартов и предотвращать выпуск некачественной продукции. Это, в свою очередь, снижает затраты и способствует повышению конкурентоспособности предприятий [3–5].

Оптимизация технологических процессов, обеспечиваемая видеоаналитикой, позволяет более точно настраивать параметры обработки, что приводит к экономии ресурсов и улучшению общей эффективности производства. Кроме того, системы видеоаналитики играют ключевую роль в обеспечении безопасности на производстве, способствуя соблюдению норм и предотвращению потенциально опасных ситуаций. С учетом стремительного развития технологий и интеграции с другими системами управления, видеоаналитика будет продолжать развиваться, открывая новые возможности для повышения эффективности металлургических процессов. В будущем ее использование станет стандартом для обеспечения качества и безопасности, что будет способствовать устойчивому развитию отрасли в условиях глобальной конкуренции. Таким образом, видеоаналитика не только улучшает текущие производственные показатели, но и закладывает основу для инновационного и устойчивого развития черной металлургии, что делает ее неотъемлемой частью стратегического управления в данной области/

В будущем металлургия будет продолжать эволюционировать, адаптируясь к новым вызовам и требованиям. Инновации, цифровизация и устойчивые практики станут основой для дальнейшего роста и развития этой важной отрасли. Важно, чтобы государства, бизнес и научное сообщество работали вместе, создавая условия для устойчивого и эффективного развития металлургической отрасли, что в свою очередь будет способствовать экономическому процветанию и социальной стабильности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прохорова Ирина Сергеевна, Устинов Василий Сергеевич, Елхова Анна Валерьевна Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть I. Оценки инновационного потенциала цифровой трансформации // Вестник ГУУ. 2023. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya–zrelost–metallurgicheskoy–otrasli–rossii–drayvery–i–problemy–rosta–v–novyh–geopoliticheskih–usloviyah–chast–i–otsenki (дата обращения: 14.04.2025).

2. Прохорова Инна Сергеевна, Устинов Василий Сергеевич, Елхова Анна Валерьевна Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации // Вестник ГУУ. 2023. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya–zrelost–metallurgicheskoy–otrasli–rossii–drayvery–i–problemy–rosta–v–novyh–geopoliticheskih–usloviyah–chast–ii (дата обращения: 14.04.2025).

3. Рапаков Г. Г., Малыгин Л. Л., Пчелкина О. С. Технологии компьютерного зрения и методы машинного обучения в задаче разработки системы промышленной видеоаналитики // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. №6 (111). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii–kompyuternogo–zreniya–i–metody–mashinnogo–obucheniya–v–zadache–razrabotki–sistemy–promyshlennoy–videoanalitiki (дата обращения: 14.04.2025).

4. Кучеренко Сергей Анатольевич, Заруба Даниил Сергеевич Внедрение технологии искусственного интеллекта как инструмента внутреннего контроля в организации // Региональная и отраслевая экономика. 2024. №S1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie–tehnologii–iskusstvennogo–intellekta–kak–instrumenta–vnutrennego–kontrolya–v–organizatsii (дата обращения: 14.04.2025).

5. Рапаков Г. Г., Малыгин Л. Л., Пчелкина О. С. Технологии компьютерного зрения и методы машинного обучения в задаче разработки системы промышленной видеоаналитики // Вестник Череповецкого государственного университета. 2022. №6 (111). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii–kompyuternogo–zreniya–i–metody–mashinnogo–obucheniya–v–zadache–razrabotki–sistemy–promyshlennoy–videoanalitiki (дата обращения: 14.04.2025).

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ

Татров Б.М.[1], Гаврин И.А.[2], студенты
Амосов М.А.[2], аспирант
Научный руководитель – к.с.–х..н., доцент **Плиева М.Т.[2]**
[1]ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»
[2]ФГБОУ ВО «Северо–Кавказский горно–металлургический институт (государственный технологический университет)»

Введение

Проблема потерь электроэнергии в системах распределения представляет собой серьезную проблему, затрагивающую интересы, как энергетических компаний, так и конечных потребителей. Значительные потери энергии приводят к росту финансовых издержек на всех этапах – от производства до доставки электроэнергии. Кроме того, они негативно влияют на надежность электроснабжения и способствуют увеличению негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, минимизация потерь электроэнергии является первостепенной задачей, требующей реализации комплексного подхода, сочетающего в себе как технические решения, так и эффективные организационные меры. В рамках данной статьи предпринята попытка всестороннего изучения факторов, приводящих к потерям электроэнергии в распределительных сетях, а также анализа различных технических и организационных стратегий, направленных на их уменьшение.

Для успешного управления потерями необходимо понимать их природу и классификацию. Потери электроэнергии в распределительных сетях можно условно разделить на две основные группы: технологические и коммерческие.

К технологическим потерям относятся потери в проводах линий электропередачи (ЛЭП): Основная часть технологических потерь связана с нагревом проводов ЛЭП при прохождении по ним электрического тока. Величина этих потерь пропорциональна квадрату тока и сопротивлению проводов (закон Джоуля–Ленца); потери в трансформаторах: Трансформаторы являются важным элементом распределительных сетей, но они также являются источником потерь, связанных с нагревом обмоток, потерями на перемагничивание сердечника и другими факторами; потери в коммутационной аппаратуре: Выключатели, разъединители и другие коммутационные аппараты также являются источником потерь, связанных с сопротивлением контактов и дугогашением; потери на коронный разряд: В высоковольтных ЛЭП возникают потери на коронный разряд, особенно в условиях повышенной влажности и загрязнения.

К коммерческим потерям относятся хищения электроэнергии, это незаконное подключение к сети, вмешательство в работу приборов учета и другие формы хищений приводят к значительным коммерческим потерям; неточности в учете электроэнергии – ошибки в работе приборов учета, неправильное снятие показаний и ошибки в расчетах приводят к расхождениям между объемом произведенной и оплаченной электроэнергии; неучтенное потребление – неучтенное потребление электроэнергии возникает в результате использования электроэнергии без заключения договора с энергоснабжающей компанией.

К основным техническим мероприятиям по снижению потерь электроэнергии можно отнести в первую очередь оптимизация топологии сети, то есть это рациональное размещение подстанций, оптимальное размещение подстанций позволяет сократить протяженность ЛЭП и снизить потери на передачу; замена радиальных сетей на кольцевые, переход к кольцевой структуре сети позволяет повысить надежность электроснабжения и снизить потери за счет более равномерного распределения нагрузки, а также секционирование сети, то есть разделение сети на секции позволяет локализовать повреждения и снизить потери при аварийных ситуациях.

Также к техническим мероприятиям по снижению потерь можно отнести и модернизацию оборудования. Замена проводов на провода с меньшим сопротивлением, так

например, использование проводов из материалов с высокой проводимостью (например, алюминиевого сплава с повышенной электропроводностью) позволяет снизить потери в ЛЭП. Замена трансформаторов на энергоэффективные, например, использование трансформаторов с низкими потерями холостого хода и короткого замыкания позволяет значительно снизить потери в трансформаторных подстанциях. Установка устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ), то есть компенсация реактивной мощности позволяет снизить ток в ЛЭП и, следовательно, снизить потери на передачу.

К мероприятиям по снижению потерь также относятся оптимизация режимов работы сети. Это в первую очередь регулирование напряжения, то есть поддержание оптимального уровня напряжения в сети позволяет снизить потери на передачу и улучшить качество электроснабжения; выравнивание нагрузки по фазам, равномерное распределение нагрузки по фазам позволяет снизить ток в нулевом проводе и, следовательно, снизить потери и переключение трансформаторов под нагрузкой (РПН), использование РПН позволяет поддерживать оптимальный уровень напряжения в сети при изменении нагрузки. В последнее время стало широко использоваться внедрение “умных сетей” (Smart Grids) и дистанционный мониторинг и управление, так например, системы дистанционного мониторинга и управления позволяют оперативно выявлять и устранять проблемы в сети, а также оптимизировать режимы ее работы. Автоматизированный учет электроэнергии (AMI) Системы AMI обеспечивают точный и своевременный учет электроэнергии, что позволяет снизить коммерческие потери и улучшить планирование.

В результате реализации комплекса мероприятий, предусмотренных производственными программами технического обслуживания и ремонтов, включая вышеупомянутые меры, принятые в 2022 году, по сравнению с 2021 годом, наблюдалась следующая динамика повреждений оборудования в электрических сетях напряжением 0,4 кВ и выше рис.1.

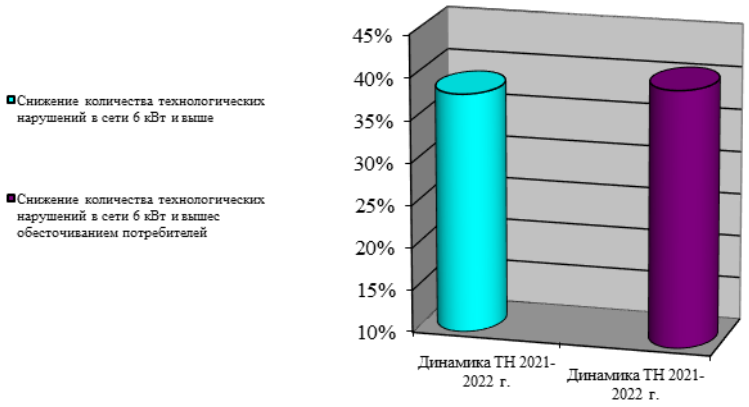


Рис. 1 – Количество технологических нарушений в сети 6 кВ и выше.

- Электрооборудование подстанций: Количество инцидентов осталось на уровне 2022 года, зафиксировано 5 случаев (без изменений).
- Воздушные линии электропередачи (ВЛ): Отмечен рост числа повреждений с 75 до 89 случаев, что соответствует увеличению на 18,7%.
- Кабельные линии электропередачи (КЛ): Произошло существенное увеличение количества повреждений с 4 до 17 случаев, рост составил 325%.
- Устройства релейной защиты и автоматики (РЗА): Зарегистрировано увеличение числа случаев отказов с 3 до 5, что соответствует росту на 66,6%.
- Средства связи и телемеханики: Количество повреждений осталось на нулевом уровне, как и в 2022 году.
- Системы диспетчерского и технологического управления (СДТУ): Отмечено снижение числа инцидентов с 3 до 1, что составляет сокращение на 66,6%.

Увеличение количества повреждений электрооборудования подстанций, воздушных линий и устройств РЗА обусловлено рядом факторов, в том числе: неудовлетворительным техническим состоянием оборудования (старение изоляции, снижение механической прочности, изменение свойств материалов), несвоевременным обнаружением и устранением дефектов, несанкционированным воздействием посторонних лиц и организаций, а также повторяющимися неблагоприятными погодными явлениями (гололед, ветер).

Таблица 1 – Влияние различных мероприятий на снижение потерь электроэнергии

Мероприятие	Тип потерь	Ожидаемый эффект	Затраты на реализацию
Замена проводов на провода с меньшим сопротивлением	Технологические	Снижение потерь в ЛЭП на 5–15%	Высокие
Замена трансформаторов на энергоэффективные	Технологические	Снижение потерь в трансформаторах на 10–30%	Средние
Установка УКРМ	Технологические	Снижение потерь в сети на 3–7%	Средние
Внедрение АСУЭ	Коммерческие	Снижение коммерческих потерь на 15–30%	Высокие
Борьба с хищениями	Коммерческие	Снижение хищений электроэнергии на 20–50%	Низкие/Средние
Оптимизация топологии сети	Технологические	Снижение потерь в сети на 5–10%	Высокие

Результаты проведенного сравнительного анализа следует рассматривать как ключевой элемент многоуровневой системы внутреннего технического контроля, формирующей основу для эффективной работы сетевой компании. Данная система представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, определяющих порядок взаимодействия, распределение обязанностей и ответственности между различными подразделениями компании. Основная цель этой системы – обеспечение стабильной и надежной работы электросетевого комплекса.

Внутренний технический контроль включает в себя следующие ключевые аспекты:

- Обеспечение эффективного мониторинга технического состояния и организации эксплуатации электросетевых объектов: Это предполагает непрерывный сбор и анализ данных о состоянии оборудования, режимах его работы, соблюдении технологических процессов и других важных параметрах. Кроме того, важным элементом является защита информационных систем и обеспечение безопасного производства работ, что Контроль соответствия эксплуатационной документации: Важно регулярно проверять соответствие содержания эксплуатационной документации требованиям нормативно–правовых актов, нормативно–технических документов (включая заводскую документацию), а также организационно–распорядительной документации компании. Это необходимо для обеспечения юридической чистоты и соответствия деятельности компании действующим стандартам и правилам.
- Выявление и оценка рисков: Необходимо своевременно выявлять и оценивать негативные тенденции и производственные риски, а также разрабатывать и реализовывать организационные и технические мероприятия по их устранению или снижению до приемлемого уровня. Это может включать в себя разработку планов по предотвращению аварий, модернизацию устаревшего оборудования и обучение персонала действиям в чрезвычайных ситуациях.
- Методическое и функциональное руководство: Обеспечение методически аварийных ситуаций.

Заключение

Снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях является сложной, но выполнимой задачей. Комплексный подход, включающий в себя как технические

(модернизация оборудования, оптимизация режимов работы), так и организационные мероприятия (повышение эффективности учета, борьба с хищениями), позволяет значительно сократить потери электроэнергии и повысить энергетическую эффективность распределительной системы. Внедрение современных технологий (Smart Grids, АСУЭ) и активное взаимодействие с потребителями также играют важную роль в решении этой задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белгароков А.Х, Джидзалов С.О., Плиева М.Т. Глобальные вызовы в сфере энергетики и изменения климата. В сборнике XII Всероссийской научной конференциии молодежного научного форума. Геленджик, 1–3 ноября 2023. С. 280–285.
2. Гаврина О.А., Клюев Р.В., Лысоконь Э.С., Гудиев Т.Т. Анализ потерь электроэнергии в распределительных сетях 6 кВ предприятия нефтегазовой отрасли // В сборнике: Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли. Материалы Международной научно–практической конференции. 2018. С. 407–410.
3. Гамазин, С.И. Пупин В.М., Марков Ю.В. Обеспечение надежности электроснабжения и качества электроэнергии // Промышленная энергетика. – 2006. – № 11. С.51–56.
4. Джидзалова Э.С., Туаева А.Э., Кудзиев А.Б., Плиева М.Т. Сравнительный анализ фактического и нормативного потребления электроэнергии промышленного предприятия/ Современные тенденции развития информационных технологий в научных исследованиях и прикладных областях / Сборник докладов III Международной научно–практической конференции, Владикавказ, 28–29 апреля 2022 г. С. 129–133.
5. Ершевич В.В., Зейлингер А.Н., Илларионов Г.А. и др.; Под ред. С.С. Рокотянаи, И.М. Шапиро // Справочник по проектированию электроэнергетических систем. – 3–е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.– 352 с.
6. Кайдакова К.В. Вопросы использования современных энергосберегающих технологий – Современные наукоемкие технологии. 2014. – № 5–2. С. 45–46.
7. Paola Pezzini, Orion Games–Bellmunt, AntoniSudrià–Andrey.Методы оптимизации для повышения энергоэффективности в энергетических системах // обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики, том 15, выпуск 4, май 2011, С. 2028–2041.
8. Plieva, M., Klyuev R., Gudiev T. On the issue of organizing digital control systems in power grid companies. 2021 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). Date of Conference: 17–21 May 2021. pp. 96–101. Conference Location: Sochi, Russia INSPEC Accession Number: 20840578. DOI: 10.1109/ICIEAM51226.2021.9446450. https://ieeexplore.ieee.org/document/9446450.
9. Plieva M.T., Gurieva E.V., Lysokon E.S. Analysis of different modes of cleaning insulators of air transmission lines in mountain conditions // В сборнике: International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). Proceedings 2020 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). 2020. С. 318–323.
10. Хренников А.Ю., Гольдштейн В.Г., Назарычев А.Н. Диагностические модели для оценки технического состояния электрооборудования электростанций и подстанций, Промышленная энергетика. 2010. – № 10.
11. Шмаков А.Д., Галазова А.Б., Плиева М.Т. Современные требования по безопасности в энергетике. В сборнике XII Всероссийской научной конференции и молодежного научного форума. Геленджик, 1–3 ноября 2023. С. 301–307.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА ВАЛКОВ В СОРТОВЫХ СТАНАХ: РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ОЦЕНКА ЕЁ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

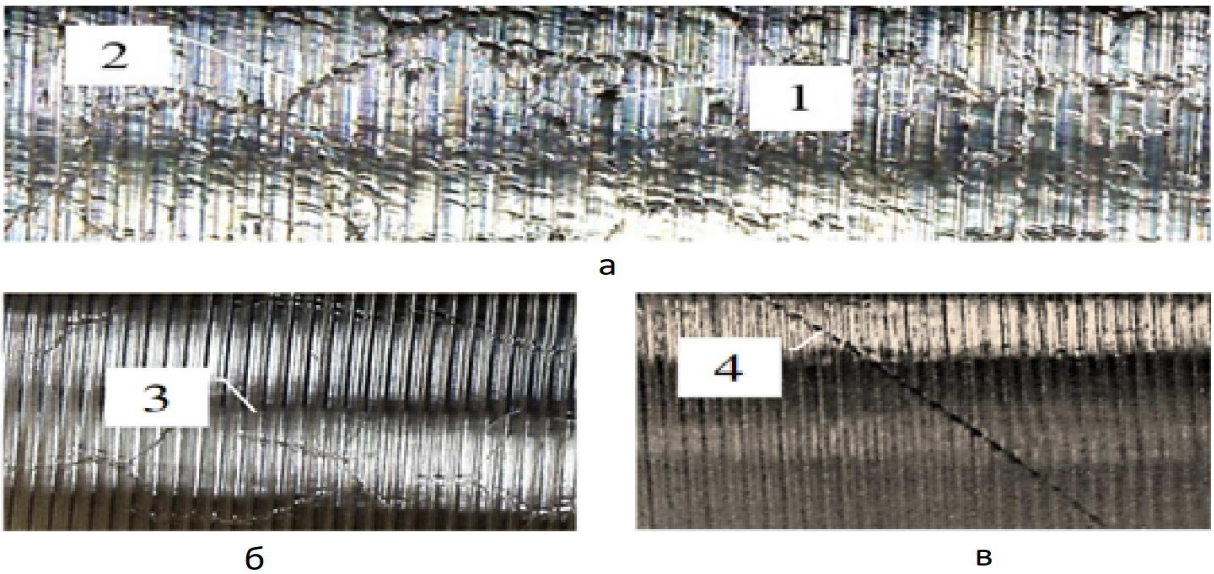
Цынкин К.Д., магистрант
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Скляр В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Процесс совершенствования модели износа валков сортовых станов является ключевым элементом в улучшении технологических процессов в металлургической отрасли. Применение полученных результатов на практике позволит значительно повысить эффективность производства, сократить эксплуатационные расходы и продлить срок службы оборудования.

Целью данной статьи является разработка модели для анализа износа валков сортовых станов, а также её дальнейшее внедрение в производственные процессы. В статье рассматриваются основные этапы работы, включая обзор существующих методов моделирования износа, расчёт износа валков и экономическое воздействие внедрения предложенной модели.

В ходе работы была разработана математическая модель износа валков, с применением вычислительных технологий. Моделирование износа валков является важным этапом для оптимизации процесса прокатки, что, в свою очередь, может значительно снизить эксплуатационные затраты и улучшить показатели производства.

Износ валков, показанный на рисунке 1, представляет собой процесс удаления материала с их поверхности вследствие трения с прокатываемым металлом. Этот процесс приводит к изменениям формы и размера поверхности валков, что является основным объектом анализа. Изнашивание валков происходит в результате длительного контакта с металлом, что существенно влияет на долговечность оборудования и его эксплуатационную эффективность.



1 – образовавшиеся раковины; 2, 3, 4 – трещины разгара
Рис. 1 – Структура поверхности ручья в проходе № 1 после съема поверхностного слоя на глубину 0,01 мм (а), 0,5 мм (б) и 2 мм (в) на участке дна [1]

Для проведения расчётов был использован подход, основанный на модели Аркхарда, которая учитывает следующие параметры:

$$W = \int K \frac{p^a v^b}{H^c} dt, \quad (1)$$

где p – Контактное напряжение;

v – Скорость скольжения;

H – Твёрдость материала инструмента;

t – Продолжительность контакта;

a, b, c, K – коэффициенты; a = 1; b = 1; c = 2.

Модель Аркхарда позволяет точно рассчитать износ в зависимости от этих факторов и оценить, как изменения каждого из параметров могут влиять на конечный результат.

В результате проведённого моделирования были получены зависимости износа валков от температуры прокатки стали Ст3кп. На графиках, представленных в презентации, можно увидеть, как износ варьируется в зависимости от температуры прокатки:

На рисунке 2 и 3 изображен график зависимости износа валков от температуры прокатки стали Ст3кп, 10 соответственно.

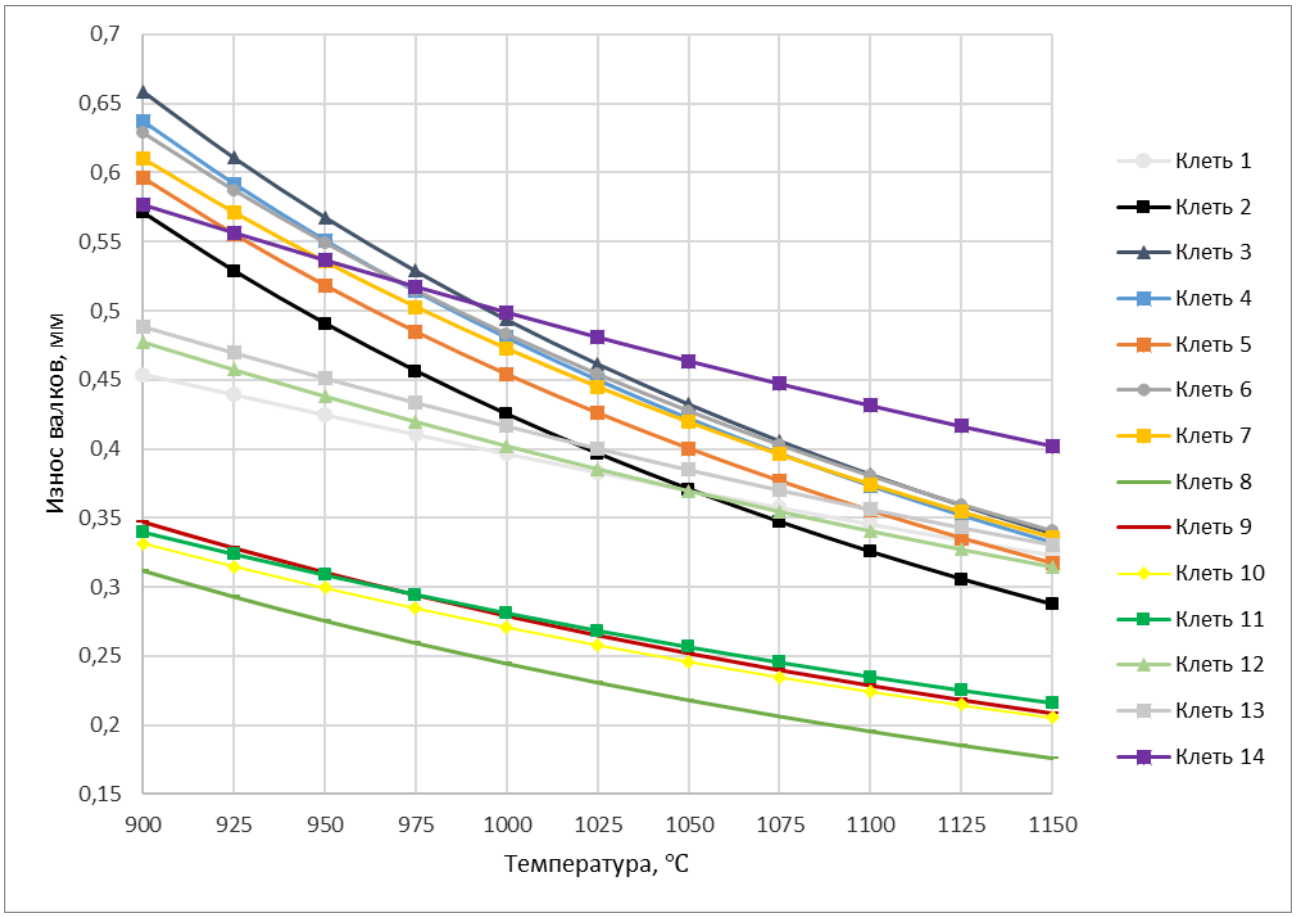


Рис. 2 – График зависимости износа валков от температуры прокатки стали Ст3кп

Наибольший износ валков наблюдается в клети 3 при температуре 900 °С, где износ достигает 0,65 мм. Это значение значительно выше по сравнению с клетями, расположенными в других частях станка. Напротив, минимальный износ зафиксирован в клети 8, где при температуре 1150 °С износ составляет лишь 0,17 мм, что в несколько раз меньше, чем в клети 3. Важно отметить, что в процессе повышения температуры наблюдается тенденция к снижению износа во всех клетях, что подтверждается изменениями на графике, где клети 8 и 9 показывают относительно стабильные и низкие значения износа, особенно при температурах выше 1000 °С.

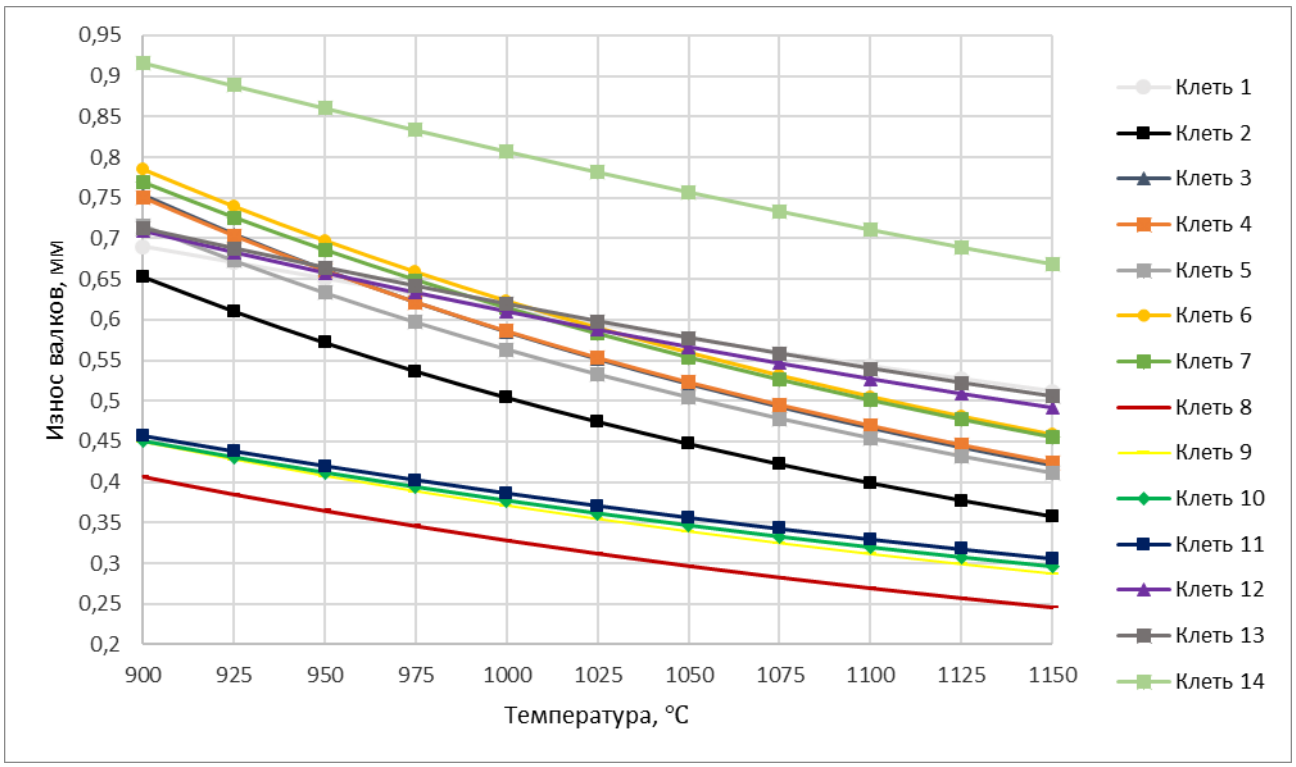


Рис. 3 – График зависимости износа валков от температуры прокатки стали 10

Для стали марки 10 максимальный износ валков наблюдается в клети 14 при температуре 900 °С, где износ составляет 0,916 мм. Это значение является наибольшим среди всех клетей и существенно выше, чем в других частях станка, где износ остается значительно ниже. Напротив, минимальный износ зафиксирован в клети 8 при температуре 1150 °С, где он составляет всего 0,245 мм, что в более чем три раза меньше, чем в клети 14 при низкой температуре. Также на графике видно, что при повышении температуры износ в клетях, расположенных ближе к центру (например, клети 8 и 9), остается относительно стабильным и меньше по величине, что может свидетельствовать о специфических характеристиках этих клетей, обеспечивающих меньший износ при высоких температурах.

Полученные данные демонстрируют существенное влияние температуры на износ валков, что является важным фактором для оптимизации прокатных процессов. Контроль и регулирование температуры позволяют значительно снизить износ и продлить срок службы оборудования, что в свою очередь способствует улучшению экономических показателей.

Одним из ключевых аспектов исследования является анализ экономического эффекта от внедрения предложенной модели. Результаты показали, что внедрение новой технологии в производство позволит снизить себестоимость проката на 44,54 руб/т, что приведет к значительной экономии — 44 580 000 рублей.

Срок окупаемости проекта составляет всего 20 месяцев, что подтверждает высокую экономическую эффективность предложенного подхода и его целесообразность с точки зрения затрат.

Вывод: Результаты проведённого исследования показали, что износ валков сортовых станов существенно зависит от различных факторов, включая температуру прокатки стали. В частности, было установлено, что увеличение температуры прокатки снижает износ валков, что подтверждается данными моделирования для разных типов стали. Внедрение модели, учитывающей эти факторы, позволяет не только уменьшить износ оборудования, но и значительно улучшить экономические показатели предприятия. Ожидаемый экономический эффект:

- Без учёта износа валков: 56 760 000 руб;
- С учётом износа валков: 12 180 000 руб. (в 4,7 раза меньше).

Таким образом, использование предложенной модели для анализа и оптимизации износа валков может привести к значительному повышению эффективности производственных процессов, снижению эксплуатационных расходов и продлению срока службы оборудования, что, в свою очередь, положительно скажется на финансовых показателях предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобарикин Ю.Л., Радькин Я.И. Исследование влияния калибровки прокатных валков раскатного трубного стана на износ раскатной оправки // Литьё и металлургия. 2018. №4 (93). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie–vliyaniya–kalibrovki–prokatnyh–valkov–raskatnogo–trubnogo–stana–na–iznos–raskatnoy–opravki (дата обращения: 15.02.2025).
2. Логунова Оксана Сергеевна, Кухта Юлия Борисовна, Кожушков Евгений Юрьевич, Хакимуллин Константин Программное и математическое обеспечение для моделирования износа бочки прокатных валков // ЭС и К. 2017. №3 (36). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/programmnoe–i–matematicheskoe–obespechenie–dlya–modelirovaniya–iznosa–bochki–prokatnyh–valkov (дата обращения: 15.02.2025).
3. Дыя Хенрик, Сыгут Мариола Теоретический анализ износа калибров в процессе прокатки круглых прутков // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2013. №3 (43). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskiy–analiz–iznosa–kalibrov–v–protsesse–prokatki–kruglyh–prutkov (дата обращения: 15.02.2025).

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ОКОМКОВАНИЕ ОКАТЫШЕЙ

Черепанов В.М., аспирант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Малахова О.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Окисленные железорудные окатыши – востребованная продукция российских горно–металлургических комбинатов и металлургических предприятий. Химический состав компонентов шихты и их количество для получения сырых окатышей оказывают значительное влияние на технико–экономические показатели процесса окомкования. Одним из самых важных компонентов является вода и, соответственно, влажность шихты [1–6].

В реальных производственных условиях регулировать процесс окомкования (например, в чашевом окомкователе) возможно лишь несколькими параметрами это: скорость вращения чаши, скорость подачи шихты в чашу, количество распыляемой воды и расход бентонита. Причём, визуально это отслеживается по изменению среднего диаметра выходящих из окомкователей окатышей.

Анализ фактических производственных данных позволил получить зависимость возврата окатышей от влажности железорудного концентрата (рисунок 1).

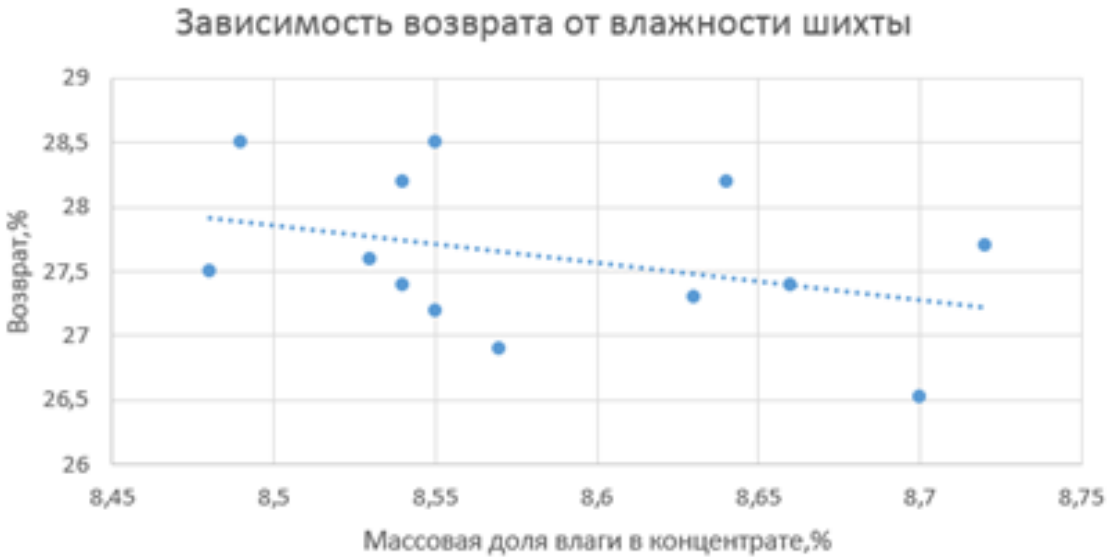


Рис. 1 – Зависимость возврата сырых окатышей от влажности шихты, %

Из рисунка 1 следует, что возврат окатышей зависит от влажности концентрата. Наименьшие значения возврата 26,5–27,5% соответствуют влажности железодержащей части шихты 8,56–8,7%. Это обьясняется тем, что если влажность концентрата низкая, то процесс роста окатыша ухудшается, а гранулы растут медленнее. При увеличении влажности окатышей концентрата скорость роста гранул и их размер возрастает, что увеличивает возврат с роликового грохота. Для концентрата, в котором содержатся частицы крупностью менее 0,045 мм (84 – 86) % наилучшей влажностью, которая будет обеспечивать устойчивый процесс окомкования и способствовать увеличению выхода годных фракций, является (8,55 ± 0,1) % влаги. Для бентонита оптимальный процент содержания влаги 5 %, так как при этом содержании увеличивается на 30 % комкуемость шихты по сравнению с остаточной влажностью 6% (по действующей в настоящий момент инструкции).

Необходимо учесть, что рост влажности шихты не дает увеличения прочности окатышей. Следовательно, необходимо поддерживать влажность на оптимальном уровне с большой точностью (± 0,2 %). Так, непрерывно контролировать влажность компонентов

шихты возможно с помощью современного надёжного измерителя МСТ460, имеющего автономную конфигурацию с цифровым и аналоговым выходами.

При обеспечении качества и оптимальной влажности шихтовых материалов дальнейшее совершенствование процесса окомкования лежит в области управления и оптимизации процесса гранулообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берман,Ю. А. Основные закономерности производства окатышей Ю. А. Берман. – Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1991
2. Влажность шихты [Электронный ресурс] // URL: https://www.lada.kz/article/93495–izmerenie–vlazhnosti–shihty–procedura–kotoroy–ne–sleduet–prenebregat.html (Дата обращения 15.03.2022)
3. Вохмякова, И. С. Исследование зависимости свойств сырых окатышей от удельной поверхности гематитового концентрата и применяемых связующих/ И. С. Вохмякова, С. Н. Гущин, П. П. Орлов // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве. — 2012. — С. 29–32.
4. Маерчак, Ш. Производство окатышей : пер. со словацкого / Ш. Маерчак. – М.: Металлургия, 1982. – 232
5. Меркер, Э. Э. Тепловые и технологические процессы в печах бездоменной металлургии: Учебное пособие / Э.Э. Меркер, А.А. Кожухов, Д.А. Харламов. – 2–е изд., стер. – Старый Оскол : "ТНТ", 2008.
6. Юсфин, Ю. С. Обжиг железнорудных окатышей / Ю.С. Юсфин, Т.Н. Базилевич. – М.: Металлургия, 1973

ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЗОВАННОГО ПРОДУКТА ОТ ВТОРИЧНОГО ОКИСЛЕНИЯ

Шестаков М. А., студент
Научный руководитель – к.т.н., профессор **Тимофеева А.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Одной из основных проблем современной металлургии является вторичное окисление маталлизованного сырья, при котором возрастает возможность самовозгорания брикетов из–за экзотермической природы реакции, а также снижается степень металлизации продукта и, как следствие, его металлургическая ценность.

Металлизованной продукт, не подлежащий использованию после процессов окисления, списывается в отходы, образование которых в металлургической промышленности приводит к потере материалов и энергии, а также к дополнительным издержкам в связи со сбором, транспортированием, переработкой и захоронением [1, с. 3].

Основными факторами, влияющими на процесс вторичного окисления, являются влажность, температура и состав атмосферы; форма и размер изделия; условия протекания процесса металлизации и охлаждения (температура, продолжительность).

Склонность металлизованного сырья к окислению в значительной мере определяется пористостью (которая, в свою очередь, зависит от температуры восстановления) и удельной поверхностью. Скорость протекания реакции возрастает с увеличением открытой пористости [2, с. 84].

Отрицательные последствия вторичного окисления требуют применений специальных мер для его предотвращения. Разработке этих мер для улучшения качества слитка, металлургия уделяет повышенное внимание в течение вот уже многих десятилетий.

Сущность способов защиты металлизованного сырья от окисления заключается в уменьшении его удельной поверхности, что затрудняет проникновение окислителей (влага, кислород) внутрь каждого куска или окатыша.

Их можно условно разделить по технологическим приёмам, благодаря которым достигается снижение активности металлизованного продукта:

1. Обеспечение необходимых условий в процессе металлизации (в первую очередь поддержание определённого режима и необходимой длительности процесса). Необходимо отметить, что наиболее эффективным способом является восстановление окатышей при повышенных температурах, так как с повышением температуры восстановления склонность к их вторичному окислению снижается. На рисунке 1 показано, что с увеличением температуры восстановления железа увеличивается температура возгорания [2, с. 64].

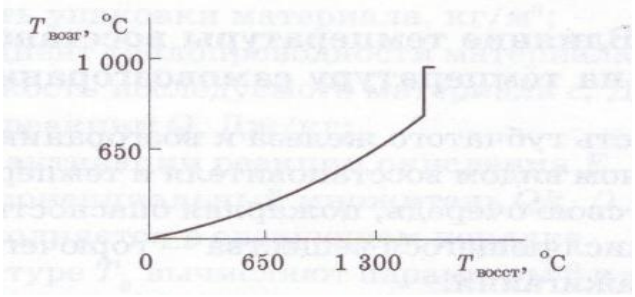


Рис. 1 – Влияние температуры восстановления губчатого железа на температуру его самовозгорания.

2. Механическое уплотнение отдельных кусков или окатышей. Брикетирование металлизованного сырья существенно замедляет процесс окисления [рис. 2], хотя и полностью не устраняет его [2, с. 82]

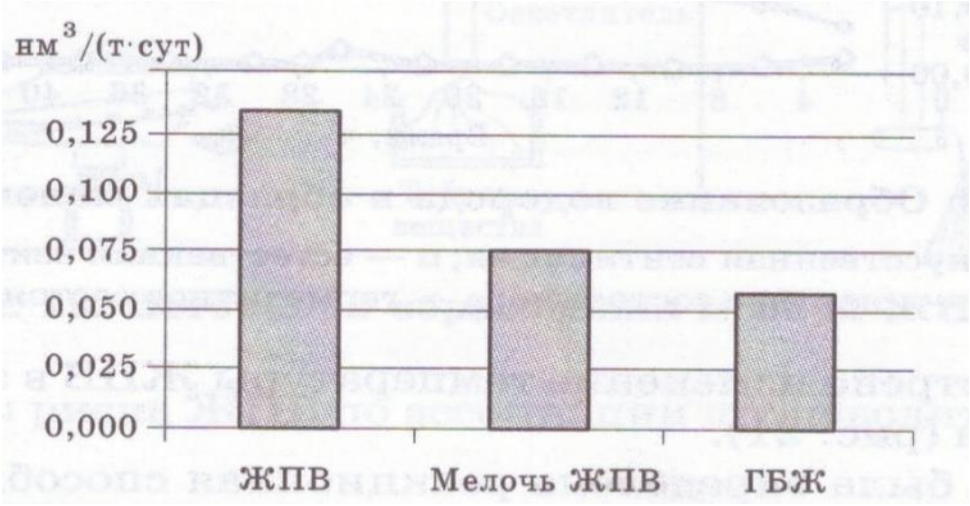


Рис. 2. – Реакционная способность металлизованного продукта,
где ЖПВ – железо прямого восстановления, ГБЖ – горячебрикетированное железо.

3. Заполнение пор металлизованного окатыша углеводородами или неокисляющими жидкостями.

4. Пассивация – процесс создания поверхностной оболочки из окисленного железа или синтетических покрытий, препятствующих проникновению влаги внутрь окатышей и брикетов [2, с. 84–85].

Металлизованное сырье в форме окатышей после их получения подвергают «старению» в течение 72 часов в бункере–накопителе. Там оно охлаждается и подвергается частичному окислению за счет смеси азота и кислорода, где содержание последнего составляет 3–5%. Затем окатыши переводят в закрытый склад, штабелируют и хранят при контроле температуры [4, с.45–46]. Среднее время на складе составляет 10–20 дней со средней температурой 40^0С. Данный процесс призван снизить химическую активность материала, чтобы он не вступал в реакции с веществами близлежащих поверхностей и не так сильно подвергался разрушению от агрессивных сред окружения.

Создание оболочки из синтетических материалов – это дорогая и сложная технология, не исключающая при разрушении изделия попадание влаги на незащищённый излом, а возможность ее применения ограничивается тем, что покрытия не должны содержать серу и галогены, которые могут оказать отрицательное влияние на свойства стали. Однако пассивированный продукт не теряет своих металлургических свойств, и его можно складировать, транспортировать и перегружать при любой погоде, не опасаясь самовозгорания. В таблице 1 представлены различные виды покрытий [2, с. 86].

Таблица 1 – Результаты степени металлизации окатышей при их покрытии различными пластиками

Покрытие	Степень металлизации		Технология покрытия
	Исходная	Конечная	
Эпоксидная смола	96	95,5	Погружение
Поливинилхлорид	96	92	…
Резол	96	91	…
Стирол	96	86	…
Фенольная смола	96	92	Оболочка поверхности
Полиуретановая пена	89,5	84…89	…
Материал без защиты	96	62	…

Обязательным условием транспортировки и складирования металлизованного сырья (как не подвергнутого пассивации, так и пассивированного) является сохранение материала сухим, так как в противном случае он начинает окисляться, а его температура

самопроизвольно повышается. Для устранения этого в последние годы фирмой MIDREX разработан процесс химиковоздушной пассивации, после которой металлизованное сырьё можно складировать, транспортировать и перегружать при любой погоде, не опасаясь самовозгорания [2, с. 86].

Металлизованные окатыши, полученные на ОЭМК при температуре восстановительного газа 660–700°С, обладали высокой склонностью к вторичному окислению, в результате чего при их хранении и транспортировке произошла серия инцидентов.

Однако механизм вторичного окисления ещё недостаточно изучен, и пока отсутствует какой–либо на 100% надёжно отработанный метод его предотвращения, но на основе имеющихся данных существуют следующие рекомендации по транспортировке и хранению металлизованных окатышей без значительного окисления и возгорания:

1. Длительное хранение металлизованного сырья следует организовать в крытых складах для предохранения от прямого воздействия атмосферных осадков.
2. Перевозить металлизованное сырьё на дальние расстояния следует в закрытых вагонах и автомобилях или судах с закрытыми трюмами. В условиях влажного климата для частых погрузок судов следует строить крытые причалы.
3. В закрытых бункерах и трюмах следует контролировать атмосферу (содержание O_2 и H_2), особенно во время первых перевозок, для накопления достаточного опыта.
4. При хранении и транспортировке следует избегать подвода тепла к массе металлизованного сырья, так как при температурах более 200 °С в условиях притока воздуха может начаться быстрое окисление, вследствие чего может произойти самовозгорание.

Не исключено, что в будущем по мере освоения технологий производства металлизованного сырья отпадет необходимость в разработке мероприятий по предотвращению его вторичного окисления [2, с. 86–87].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волынкина Е. П. Вторичные ресурсы, образующиеся в металлургической промышленности / Волынкина Е.П., – Новокузнецк, 2022 – 59с.
2. Тимофеева А.С. Процессы вторичного окисления железа / Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Тимофеев Е.С., Федина В.В. – Старый Оскол, ТНТ, 2019 – 115с.
3. Кулишова Л.А. Совершенствование технологии морской перевозки и организации грузового сюрвея при мультимодальнои транспортировке «губчатого железа» / Кулишова Л.А. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н.– Санкт–Петербург, 2005 – 159с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕНОК СОСУДА НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СТОКСА

Шестаков М.А., **Губанов А.В.**, **Скоритченко М.А.**, студенты
Новоточинов А.П., аспирант
Научные руководители – к.т.н., доцент **Федина В.В.,**
старший преподаватель **Сурков В.П.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»), Россия, г. Старый Оскол.

Вязкостью или внутренним трением называется явление возникновения силы трения между слоями текущей жидкости или газа, параллельными направлению течения. При течении жидкости слой, прилегающий к стенке цилиндра с жидкостью, прилипает так, что его скорость становится равна нулю. Следующий слой движется, но из–за хаотичного перемещения молекул некоторые из них попадают в первый слой, теряя импульс при столкновении. Третий слой передает импульс второму и т.д. В результате этого наибольшей скоростью обладает та часть жидкости, которая более всего удалена от стенки – радиальная ось сосуда, а скорости всех остальных слоев уменьшаются по мере приближения к стенке. На рис. 1 показано распределение скоростей жидкостей около движущегося в ней вертикально вниз со скоростью v_0 шарика. При ламинарном течении жидкости скорость в цилиндре зависит от радиуса по квадратичному закону (распределение по параболе):

$$v(r) = v_0\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$$

где r – расстояние от радиальной оси, R – радиус сосуда, v_0 – максимальная скорость в потоке жидкости.

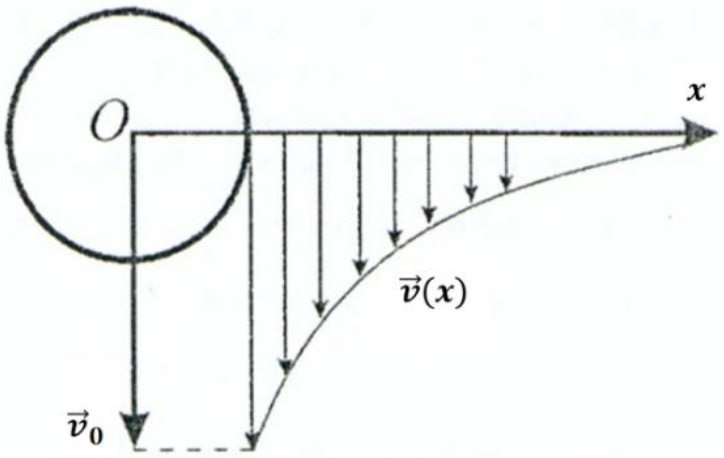


Рис. 1 – Распределение скоростей жидкостей около движущегося в ней шарика

Предполагается, что скорость v_0 мала, так что завихрения в жидкости не образуются. В этом случае жидкость, непосредственно прилегающая к поверхности шарика, имеет скорость v_0. В это движение частично вовлекаются удаленные от шарика слои жидкости. При этом скорость наиболее быстро меняется по направлению x вблизи шарика.

Наличие градиента скорости у поверхности тела указывает, что на него действует сила внутреннего трения, зависящая от коэффициента вязкости η. Сама величина η определяется природой жидкости Так как изменение импульса в единицу времени равно силе, то это и приводит к появлению силы внутреннего трения. Такая сила трения может описываться законом вязкости Ньютона:

$$F = -\eta\frac{\partial v}{\partial n}S$$

Коэффициент динамической вязкости η показывает скольким ньютонам должна быть равна сила, чтобы в слое жидкости имеющим толщину 1м и площадь $1м^2$, эта сила двигала бы верхнюю поверхность слоя относительно нижней со скоростью 1м/сек. От этого коэффициента зависит также и сила трения, действующая на твердое тело при его движении относительно жидкости (при обтекании текущей жидкостью неподвижных тел).

Вязкости жидкостей значительно отличаются от вязкостей газов, много больше по величине и резко уменьшаются с повышением температуры (тогда как для газов увеличиваются).

Существует несколько способов измерения вязкости жидкости. В промышленности широко применяются вискозиметры, в которых вязкость определяется по объему вытекающей жидкости из стандартного отверстия за определенное время (метод Пуазейля). Можно измерять вязкость ротационным методом – методом коаксиальных цилиндров и некоторыми другими способами. Однако в лабораторных условиях вязкость жидкости принято определять методом падающего шарика – методом Стокса, относительно простым и довольно точным, хотя и применимым только для прозрачных жидкостей.

Стокс вывел формулу для силы сопротивления $F_{тр}$, действующей на твёрдый шар при его медленном равномерном движении в неограниченной вязкой жидкости.

$$F_{тр} = 6\pi r\eta v \qquad (1)$$

где r и v – радиус и скорость шара.

Шарик изготовлен из материала, хорошо смачиваемого жидкостью, поэтому к его поверхности «прилипает» концентрический слой жидкости, неподвижный относительно шарика. Между этим слоем, движущимся со скоростью шарика, и остальной жидкостью возникает сила внутреннего трения, направленная против скорости шарика, т. е. вверх.

Кроме того, на движущийся шарик действуют еще две силы (рис. 2): сила тяжести

$$F_1 = mg = V\rho_1 g = \frac{1}{6}\pi d^3 \rho_1 g,$$

где V – объем шарика; d – его диаметр

и выталкивающая сила Архимеда

$$F_2 = \frac{1}{6}\pi d^3 \rho_2 g,$$

направленная вверх. В последних выражениях ρ_1 и ρ_2 – плотности материала шарика и жидкости соответственно.

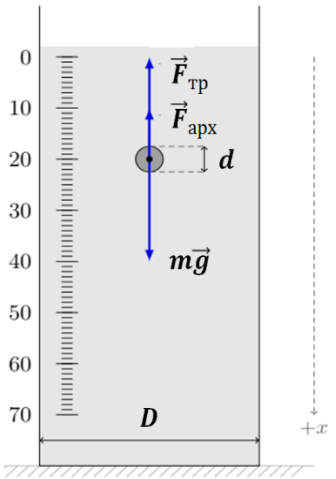


Рис. 2. – Силы, действующие на твердое тело, движущееся в вязкой жидкости

В начале падения скорость шарика, а вместе с ней и сила внутреннего трения, которая пропорциональна скорости, быстро возрастают. Затем наступает состояние, когда равнодействующая всех сил, действующих на шарик, станет равной нулю, и шарик спустя некоторое время будет падать равномерно с постоянной скоростью v. Переходя к скалярным величинам, получаем

$$F_1 = F_2 + F_{тр}$$

или

$$\eta = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2)g}{18v}, \quad (2)$$

где v – скорость установившегося (равномерного) движения шариков в жидкости.

Для формулы Стокса предполагается наличие следующих обязательных условий [1]:

1. Скорость движения шара настолько мала, что её квадратом и высшими степенями можно пренебречь;
2. Шар твёрдый и при своем движении не деформируется;
3. Скольжение между жидкостью и поверхностью шара отсутствует;
4. Жидкая среда бесконечна.

Первое условие, в котором предусматривается отсутствие турбулентности, может быть выполнено, если жидкость достаточно вязка и радиус шара невелик. Подходящий радиус шара может быть определен из условия Релея:

$$Re = \frac{vr\rho}{\eta} \ll 1.$$

Согласно источнику [3] вязкость с помощью падающих шариков измеряют при $Re < 10$, а как правило, при $Re < 0{,}2 \div 0{,}5$.

Второе условие легко выполнимо, если пользоваться достаточно твердыми шарами, что всегда и делают при измерении вязкости. Что касается третьего условия, то его можно считать соблюденным, так как существует достаточно веских указаний на отсутствие такого рода скольжений. В частности, это подтверждается работами Арнольда и др. с шарами, имеющими поверхность различной отделки и полировки.

Четвертое условие не может быть соблюдено экспериментально, и уже первые попытки проверки формулы Стокса обнаружили заметное влияние стенок сосуда. Единственной формой сосуда, при которой это влияние может быть точно учтено, является цилиндр. Этот случай, имеющий важное практическое значение, был рассмотрен Ладенбургом, который вывел поправки на влияние диаметра D и длины L цилиндра. С учетом поправок уравнение (2) примет вид [2]:

$$\eta = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2)g}{18v\left(1 + 2{,}4\frac{d}{D}\right)\left(1 + 3{,}1\frac{d}{L}\right)}. \quad (3)$$

где d – диаметр шара, м.

В системе СИ коэффициент вязкости измеряется в $Па \cdot с$, а в системе СГС – в пуазах ($1Па \cdot с = 10$ пуаз).

Таким образом, постановка опыта сводится к тому, что необходимо обеспечить установившееся движение шарика и измерить скорость этого установившегося движения.

Для определения скорости падения шарика в лаборатории применяется установка, изображенная на рис. 3. Она состоит из стойки *1*, на которой крепится высокий стеклянный цилиндрический сосуд *2*, наполненный испытуемой жидкостью 3, в данном случае глицерином.



Рис. 3 – Установка к задаче о движении в вязкой жидкости

Через каждый сантиметр на цилиндр нанесены метки. С помощью отвеса стеклянный цилиндр с жидкостью устанавливается вертикально. Последнее необходимо для того, чтобы падающий шарик двигался приблизительно вдоль оси цилиндра. Зная расстояние l между метками и время, в течение которого шарик проходит это расстояние при его равномерном движении, найдем скорость его падения.

Для проведения эксперимента используются стеклянные цилиндрические сосуды различных диаметров. В сосуде находится глицерин, плотность которого определяется исходя из его массы и объема ($\rho_2 = 1245{,}253$ кг/м^3). В глицерин погружается, удерживаемый пинцетом, шарик. Шарик отпускается без начальной скорости по центру сосуда, чтобы минимизировать влияние стенок сосуда. Незадолго до освобождения шарика включается видеокамера с целью фиксации времени падения тел.

В эксперименте использовались стальные и свинцовые шарики, диаметр которых измеряли электронным штангенциркулем, массу на аналитических весах. Температуру глицерина определяли термометром. Плотность шариков рассчитывается по формуле:

$$\rho_1 = \frac{m_ш}{V_ш} = \frac{6m_ш}{\pi d^3},$$

где $m_ш$ и $V_ш$ – масса и объем шарика, м.

Результаты измерений и расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение плотности шариков

№	Стальные шарики				Свинцовые шарики			
	d, мм	$m_ш$, г	ρ_1, кг/м^3	$\rho_{1ср}$, кг/м^3	d, мм	$m_ш$, г	ρ_1, кг/м^3	$\rho_{1ср}$, кг/м^3
1	4,35	0,3414	7925,33	7985,3	2,54	0,1055	12301,9204	11552
2	4,36	0,3447	7947,00		2,63	0,1007	10577,5193	
3	4,38	0,3455	7856,83		2,65	0,1002	10288,4915	
4	4,38	0,3489	7934,15		2,57	0,1068	12022,464	
5	4,35	0,3413	7923,01		2,52	0,104	12418,0476	
6	4,35	0,3426	7953,19		2,62	0,1083	11506,578	
7	4,36	0,3436	7921,64		2,49	0,1058	13095,1123	
8	4,37	0,377	8632,14		2,58	0,1097	12205,8805	
9	4,36	0,3414	7870,92		2,72	0,1049	9960,71189	
10	4,38	0,3469	7888,67		2,62	0,1049	11145,3373	

Установившаяся скорость для движения без начальной скорости и без учета размера сосуда может быть определена по формуле

$$v_{уст} = \frac{2}{9} g r^2 \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{\eta}.$$

При температуре глицерина 27,5ºС справочное значении вязкости $\eta = 0{,}82$ Па · с. **Тогда теоретическое значение установившейся скорости** равномерного движения при падении стальных шариков в жидкости $v_{уст} = 0{,}0853$ м/с, для свинцовых $v_{уст} = 0{,}0461$ м/с.

Методом раскадровки преобразовали видеоряд проведенных опытов в таблицу координат и скоростей по времени. Значение скорости, определяли по формуле

$$v = l/t.$$

Результаты представлены в таблице 2.

Условие бесконечной среды, заложенное в решении силы Стокса, не может быть соблюдено экспериментально, и попытки проверки формулы Стокса обнаружили заметное влияние стенок сосуда.

Рассмотрим случай, когда жидкость бесконечна. Имеем невозмущенное решение Стокса (формула 1). Будем постепенно уменьшать радиус сосуда. Ясно, что при его уменьшении будет оказывать влияние явление прилипания крайних слоев жидкости к стенкам сосуда – тормозящая сила увеличится.

Понятно, что в пределах размеров, много больших размеров молекул жидкости, безразлично, какое действие совершать: увеличивать радиус сосуда или во столько же уменьшать радиус шарика. Эти действия подобны.

Тогда для удобства введем коэффициенты $\alpha = d/D$ и $\beta = d/L$. Новую силу можно записать в виде

$$F_{тр} = F_{ст} \cdot (1 + 2{,}4\alpha)(1 + 3{,}1\beta),$$

а формулу (3) для расчета вязкости:

$$\eta = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2)g}{18 v_{уст}(1 + 2{,}4\alpha)(1 + 3{,}1\beta)}. \qquad (4)$$

Результаты расчетов вязкости глицерина представлены в таблице 2:

Таблица 2 – Вязкость глицерина при падении стальных и свинцовых шариков в сосудах разного диаметра

	Стальные шарики			Свинцовые шарики		
	Сосуд 1	Сосуд 2	Сосуд 3	Сосуд 1	Сосуд 2	Сосуд 3
$\alpha = d/D$	0,4	0,0884	0,2919	0,238	0,0525	0,1735
$\beta = d/L$	0,0087	0,0183	0,0077	0,0052	0,0109	0,0046
$v_{уст}^{эксп}$, м/с	0,025	0,06955	0,0364	0,0243	0,0399	0,0282
Расчет вязкости с поправками на размеры сосуда						
η, Па · с	1,4012	0,7852	1,1042	0,9758	0,8128	0,9343
Погрешность, %	41,48	4,43	25,74	15,96	0,89	12,24
Число Re	0,31	1,54	0,57	0,37	0,73	0,45
Расчет вязкости без поправки на высоту сосуда						
η, Па · с	1,4392	0,8298	1,1304	0,9915	0,8402	0,9475
Погрешность, %	43,02	1,18	27,46	17,29	2,41	13,46
Расчет вязкости без поправок на размеры сосуда						
η, Па · с	2,8221	1,0059	1,9223	1,5577	0,9462	1,3421
Погрешность, %	70,94	18,48	57,34	47,36	13,34	38,90

Таким образом, при обработке и систематизации экспериментальных данных о скоростях падения тел в жидкости было вычислено среднее значение вязкости глицерина для трех вариантов: без учета поправок α и β, с учетом одной поправки α и с учетом обеих поправок Ладенбурга на диаметр и длину сосуда. Наименьшая погрешность составила 0,89% при расчете по формуле 4.

При этом, несмотря на тщательное проведение эксперимента и строгое соблюдение постоянства условий сброса, стабильности в поведении шариков достигнуть не удалось, что свидетельствует о некоторой степени случайности в фиксируемых параметрах.

Результаты исследований могут быть использованы для определения вязкости жидкости при решении задач, связанных с физическим моделированием. При этом соотношение диаметра тела к диаметру сосуда не должно превышать 0,05. Отказ от учета поправки на высоту сосуда не рекомендуется, т.к. это ведет к увеличению погрешности расчета более, чем в 2,5 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Б.М. Рыбак. Анализ нефти и нефтепродуктов. 5–е изд., доп. и перераб. – М. : Гостоптехиздат, 1962. – 888 с. : ил.

2. Экспериментальные методы химии растворов [Текст] : Денсиметрия, вискозиметрия, кондуктометрия и другие методы / В.К. Абросимов, В.В. Королев, В.Н. Афанасьев и др.; Отв. ред. А.М. Кутепов; Институт химии неводных растворов (Москва). – М. : Наука, 1997. – 351 с. : ил.

3. Фукс Г.И. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. Серия «Современные нефтегазовые технологии» М.– Ижевск: Институт компьютерных исследований 2003. – 328 с : ил.

КАЧЕСТВО ЖИДКОЙ СТАЛИ В СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХАХ

Щуров А. В., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Малахова О.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

В настоящее время дуговые сталеплавильные печи (ДСП) используются для выплавки различных марок сталей, но чаще всего являются источником сырья (полупродукта) для внепечной обработки стали перед установкой непрерывной разливки стали. В современных условиях электроплавки в ДСП применяют следующие компоненты металлошихты: металлолом, металлизованные окатыши и горячебрикетированные железорудные брикеты, твёрдый или жидкий чугун, а также добавочные материалы, флюсы (известь, плавиковый шпат, коксик), окислители (воздух, кислород, окисленные железорудные окатыши, окалина и др.), топливо (чаще всего природного газа), электроэнергия, вода, инертные газы (аргон), огнеупорные материалы, электроды. Стоимость тонны компонентов шихты варьируется от 85 (железная руда, известь) до 250 долларов (металлизованные железорудные брикеты) и существенно зависит от конъюнктуры рынка. Основная проблема плавки в современной высокомощной дуговой печи заключается в использовании металлолома (в первую очередь стального), загрязненного примесями цветных металлов (медь, олово, свинец, цинк и пр.), с низкой насыпной плотностью и различными по форме и размерам исходных компонентов шихты.

Расход металлошихты определяется: составом используемых компонентов шихты, характером шихты, технологией плавки (с полным или частичным окислением примесей, методом переплава, малошлаковая технология или с заменой шлака). Расход металлошихты снижают при использовании в качестве окислителей железной руды, окалины или других материалов, в состав которых входит железо (оно частично восстанавливается и переходит в металл).

В последние годы расширяется использование при выплавке стали в электропечах металлизованных окатышей, получаемых методами прямого восстановления. Важная характеристика окатышей – степень металлизации, т.е. отношение количества восстановленного (металлического) железа к его общему количеству в окатыше; обычно она составляет 88–97 %.

Существенными особенностями технологии электроплавки с применением большого количества металлизованных окатышей в шихте являются: непрерывная загрузка окатышей со скоростью, пропорциональной подводимой в печь электрической мощности, причем загрузка должна начинаться после сформирования в печи ванны жидкого металла; совмещение периода плавления с окислительным (обезуглероживанием); упрощение технологии плавки в связи с малым содержанием в шихте вредных примесей – серы и фосфора. При выплавке стали в ДСП возможно различное сочетание доли лома и окатышей оптимальное содержание окатышей в шихте составляет 60–70% от ее массы; при большем их содержании возрастает длительность расплавления и плавки в целом.

Таким образом, возможна оптимизация состава металлошихты в производственных условиях, что позволит повысить качество полупродукта, а также снизить себестоимость металлошихты в электросталеплавильном производстве до 2 % в зависимости от сортамента выплавляемой стали. Данный способ может использоваться в различных сталеплавильных агрегатах и учитывает большое разнообразие составляющих металлошихты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевчик Д.А. Минимизация себестоимости металлошихты в сталеплавильном производстве с использованием симплекс–метода. В сборнике «Четырнадцатая Всероссийская

научно–практическая конференция студентов и аспирантов» (сборник научных и научно–практических докладов Всероссийской научно–практической конференции студентов и аспирантов). Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2017 г. С. 172–174.

2. Особенности электроплавки железорудных металлизованных окатышей в дуговой сталеплавильной печи. Меркер Э.Э., Крахт Л.Н., Малахова О.И., Кожухов А.А., Черменев Е.А., Казарцев В.О., Степанов В.А. Электрометаллургия. 2017. № 3. С. 2–7.

3. Энергосберегающий режим электроплавки при синхронизации процессов нагрева и обезуглероживания. Бартенева О.И., Меркер Э.Э., Харламов Д.А.

4. Исследование факторов вспененного шлака на показатели электроплавки металлизованных окатышей в ванне дуговой печи. Федина В.В., Малахова О.И., Сазонов А.В. Современные наукоемкие технологии. 2005. № 2. С. 71–72.

5. Теплоэнергетические особенности электроплавки железорудных металлизованных окатышей в дуговой сталеплавильной печи. Меркер Э.Э., Малахова О.И., Крахт Л.Н., Казарцев В.О. Сталь. 2017. № 3. С. 22–26.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ 3D–ПЕЧАТИ В МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Юшеров А.Д., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Кудашов Д.В.**
Выксунский филиал ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС»

Развитие технологий 3D–печати металлических изделий является одним из ключевых направлений современного производства. Сфера применения аддитивных технологий расширяется с каждым годом благодаря их способности обеспечивать высокую степень гибкости, точности и материалосбережения. Металлические изделия, изготовленные методом 3D–печати, находят применение в аэрокосмической, автомобильной, медицинской, энергетической и многих других отраслях. Однако перспективы внедрения этой технологии в массовое производство вызывают как значительный интерес, так и множество дискуссий среди исследователей и специалистов. Важнейшими аспектами, которые оказывают влияние на процесс внедрения, являются технологические ограничения, экономическая целесообразность, выбор материалов, стандартизация и постобработка.

Наука и промышленность уже несколько десятилетий тесно взаимодействуют в рамках внедрения аддитивных технологий. Первые разработки в области 3D–печати в основном направлялись на производство прототипов, что открывало новые горизонты для инженерного дизайна и позволяло создавать изделия со сложной геометрией. На сегодняшний день эта технология перерастает функцию прототипирования и становится всё более перспективной для массового производства металлических деталей, где традиционные методы, такие как литьё, ковка и обработка на станках, достигли своего предела в ряде областей [4].

Ключевым преимуществом 3D–печати является возможность производства объектов с уникальной или сложной архитектурой, которая невозможна или крайне сложна для реализации традиционными способами. С помощью таких методов, как селективное лазерное спекание (SLS), лазерная наплавка (DED) или электронно–лучевая плавка (EBM), можно создавать структуры с внутренними пустотами, тонкими стенками и минимальным количеством соединений [7]. Это особенно важно для аэрокосмической промышленности, где снижение веса изделия без потери механических характеристик является критически важным фактором. Примером таких изделий могут служить части двигателей, крыльев и других сложных аэродинамических и конструктивных элементов [1].

Однако внедрение аддитивных технологий в массовое производство сталкивается с рядом серьёзных ограничений. Одним из них является низкая производительность оборудования для 3D–печати. В отличие от традиционных методов, таких как штамповка или литьё, где за короткий временной промежуток можно изготавливать тысячи изделий, аддитивные процессы занимают значительно больше времени. Это связано с постепенным послойным созданием объекта. Даже при использовании наиболее современной техники процесс остаётся относительно медленным, что затрудняет применение метода в условиях высоких требований к объёму выпуска.

Ещё одной важной проблемой остаётся высокая стоимость материалов. В 3D–печати металлы чаще всего представлены в виде металлических порошков специально подготовленных сплавов. Производство таких порошков само по себе является сложным и дорогостоящим процессом, который требует высокой степени контроля качества. Небольшие отклонения в размере частиц металлургического порошка могут повлиять на конечные свойства изделия, такие как плотность, прочность и устойчивость к коррозии.

Дополнительно стоит учитывать затраты на постобработку. В большинстве случаев детали, изготовленные методом 3D–печати, требуют дальнейших операций, таких как термообработка для снятия остаточных внутренних напряжений, удаление поддерживающих структур, шлифовка, полировка и нанесение защитных покрытий. Эти процессы увеличивают общую себестоимость продукции и могут значительно снизить экономическую привлекательность метода. Поэтому для успешного внедрения технологии в массовое

производство требуется разработка новых подходов к минимизации необходимости в постобработке.

Тем не менее существуют отрасли, где внедрение аддитивных технологий на данный момент оправдано даже при их высокой стоимости. Одной из таких областей является медицина. Индивидуализация является ключевым аспектом, который делает 3D–печать актуальной для изготовления протезов, имплантов и других медицинских устройств [5]. Традиционные способы производства требуют создания особых форм или моделей каждого изделия, что занимает значительное время и ресурсы. 3D–печать позволяет значительно сократить эти временные и финансовые затраты, поскольку каждый объект изготавливается непосредственно по цифровой модели пациента, создаваемой, например, на основе томографических данных.

Помимо медицинской сферы, автомобильная промышленность также видит большие перспективы в использовании 3D–печати металлических деталей. В процессе производства автомобилей производители сталкиваются с необходимостью создания множества деталей, которые должны соответствовать строгим стандартам качества, долговечности и безопасности. Использование аддитивных технологий позволяет производить компоненты с оптимизированным дизайном, облегчённой массой и улучшенными эксплуатационными свойствами. Примером тому является разработка сверхлёгких кронштейнов, которые не только уменьшают общий вес автомобиля, но и сохраняют его аэродинамические и прочностные характеристики [6].

Научные исследования в области 3D–печати сосредоточены на оптимизации процесса создания металлических порошков, улучшении качества поверхностей и повышении производительности техники. Некоторые инновационные подходы уже помогли ускорить процесс 3D–печати, например, использование нескольких лазеров для одновременной обработки нескольких зон объекта. Разработка новых железоуглеродистых и титановых сплавов, специально адаптированных к условиям аддитивного производства, также позволяет усилить свойства готовых изделий [3].

Важным вызовом, стоящим перед областью аддитивных технологий остаётся стандартизация. На массированное промышленное внедрение сдерживающее влияние оказывает отсутствие единого стандарта качества 3D–печатных изделий. Параметры, такие как пористость, остаточные напряжения и устойчивость материалов под нагрузкой, значительно варьируются в зависимости от используемой технологии, типа металла и параметров процесса. Создание универсальных стандартов позволит не только повысить доверие со стороны индустрии, но и сократить затраты на сертификацию каждого отдельного изделия.

Новые горизонты для внедрения 3D–печати в массовое производство также открывает автоматизация её процессов. Применение роботизированных систем, которые могут интегрироваться с остальными этапами производственного цикла, поможет значительно сократить временные и трудозатраты. Кроме того, использование программ прогнозирования и анализа поможет контролировать каждый шаг процесса, начиная от подготовки материалов и заканчивая финальным тестированием готового изделия [8].

В долгосрочной перспективе развитие 3D–печати металлических изделий имеет потенциал изменить не только производственные процессы, но и сами подходы к проектированию. Концепция дизайна, ориентированного на аддитивное производство (DfAM, Design for Additive Manufacturing), уже активно используется в инженерной практике. Основным её отличием является отказ от ограничений, накладываемых традиционными методами производства, и использование всех преимуществ аддитивных технологий для создания оптимальных конструкций [2].

Таким образом, внедрение 3D–печати в массовое производство металлических изделий представляет собой сложный, но очень перспективный процесс. Его успешное осуществление требует сосредоточенности на решении существующих технологических и экономических препятствий, тесного взаимодействия между учёными и промышленными партнёрами, а также постоянного развития нормативной и материально–технической базы. При условии

комплексного подхода эта технология сможет занять значительное место в современной промышленности, задав новые стандарты производства и качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов В. Е. Аддитивные технологии 3d–печати металлами и сплавами // Материалы 66–й студенческой научно–практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО "Самарский государственный аграрный университет": Сборник материалов конференции, Самара, 10 июня 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 134–139.
2. Гильц А. Д. Основные направления и тренды внедрения инноваций в металлургической отрасли // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сборник материалов X Международной научно–практической конференции, посвященной 100–летию академика М.Ф. Решетнева и Дню космонавтики. В 3–х томах, Красноярск, 08–12 апреля 2024 года. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2024. – С. 787–789.
3. Гордеев Ю. И., Бинчуров А. С., Москвичев Е. В. [и др.] Исследование свойств регулярных структур, полученных аддитивными технологиями в сочетании с методами порошковой металлургии // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2023. – № 10(763). – С. 28–43.
4. Закиров К. И. Прогрессивные технологии изготовления зубчатых колес // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе: Сборник научных статей 2–й Всероссийской научно–технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 23 мая 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 56–59.
5. Замбржицкий А. Д., Орлов Д. А. Исследование физико–механических свойств изделий, полученных совмещением методов 3D–печати с методами порошковой металлургии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов IX Международной научно–практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3–х томах, Красноярск, 10–14 апреля 2023 года. Том 3. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 1367–1369.
6. Ильющенко А. Ф., Николайчук Т. А., Лецко А. И. [и др.] Полуколичественный анализ и физическое моделирование новых перспективных материалов для аддитивных технологий при 3D–печати // Перспективы развития аддитивных технологий в Республике Беларусь: Сборник докладов Международного научно–практического симпозиума, Минск, 27 сентября 2023 года. – Минск: РУП "Издательский дом "Белорусская наука", 2023. – С. 88–101.
7. Скирута А. Е., Дворник М. И. Применение пресс–форм, изготовленных методом 3D печати для создания твердосплавных изделий методом порошковой металлургии // Физика: фундаментальные и прикладные исследования, образование: Материалы XVIII региональной научной конференции, Хабаровск, 10–12 ноября 2020 года / Под редакцией А.И. Мазура, К.А. Драчева. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2020. – С. 167–171.
8. Шибанов К. С. Цифровизация и бережливое производство: Учебное пособие / К. С. Шибанов. – Казань: ООО «Бук», 2025. – 166 с.

СЕКЦИЯ 2 «ГОРНОЕ ДЕЛО И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ»

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕМОНТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ПРОСТОЕВ

Кошелев В., студент,
Научный руководитель – к.т.н. доцент кафедры горного дела **Блудов А.Н.**,
Губкинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (ГФ НИТУ «МИСИС»)

Способ модификации деталей машин для улучшения их рабочих характеристик.

Повышение сопротивления детали разрушению при различных видах эксплуатационного нагружения может быть достигнуто технологическими методами объемного или поверхностного упрочнения. Объемное упрочнение повышает статическую прочность деталей, у которых рабочие напряжения распределены по сечению более или менее равномерно. Для таких деталей используют высокопрочные стали и сплавы, композиционные материалы, а также применяют объемную термообработку. Однако большинство деталей работает в условиях, при которых эксплуатационная нагрузка (давление, нагрев, действие окружающей среды и т.п.) воспринимается главным образом их поверхностным слоем.

Поэтому износостойкость, зарождение и развитие усталостной трещины, возникновение очагов коррозии зависит от сопротивления поверхностного слоя разрушению.Повышение статической прочности детали для этих условий не всегда эффективно. Например, использование высокопрочных сталей для деталей ($\sigma_в$>1400–1800 МПа), работающих при переменных нагрузках, ограничиваются их большей чувствительностью к концентрации напряжений и различного рода дефектов поверхности, что приводит к снижению сопротивления усталости (рис. 1), коррозии под напряжением и др.

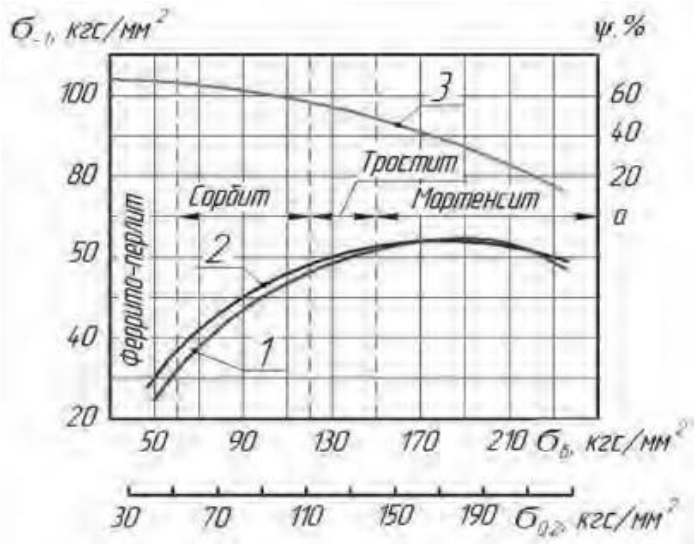


Рис. 1 – Зависимость предела выносливости при изгибе от предела прочности 1 и предела текучести 2; зависимость относительного сужения 3 от предела прочности

Для деталей, разрушение которых начинается с поверхности, разработано большое количество методов поверхностного упрочнения, основанных или нанесении покрытий или на изменении состояния (модификации) поверхности.

Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин

Качество поверхности оказывает большое влияние на эксплуатационные свойства деталей машин. Шероховатости, так же, как и другие дефекты поверхности, концентрируют напряжение, и ослабляют деталь. Кроме того, грубо обработанные детали, больше подвержены коррозии и образованию трещин. По данным академика С.В. Серенсена, предел выносливости деталей из высокопрочной стали с полированными поверхностями на 40% выше, чем у деталей с грубо обработанными поверхностями.

Технологические основы, систематизация и функциональное назначение процессов пластического деформирования металлов

ППД – это обработка деталей давлением (без снятия стружки), при которой пластически деформируется только их поверхностный слой. ППД осуществляется инструментом, деформирующие элементы (ДЭ) которого (шарики, ролики или тела иной конфигурации) взаимодействуют с обрабатываемой поверхностью по схеме качения, скольжения или внедрения (рис. 2). На этих элементарных схемах или их сочетаниях основаны все методы поверхностной пластической деформации (ППД).

При ППД по схеме качения ДЭ (как правило, ролик или шарик) применяется к поверхности детали с фиксированной силой *P*, перемещается относительно нее, совершая при этом вращение вокруг своей оси (см. рис. 2, *а*). В зоне локального контакта ДЭ с обрабатываемой поверхностью, возникает очаг пластической деформации (далее очаг деформации – ОД), который перемещается вместе с инструментом, благодаря чему поверхностный слой последовательно деформируется на глубину *h*, равную глубине распространения ОД. Размеры ОД зависят от технологических факторов обработки – силы *P*, формы и размеров ДЭ, подачи, твердости обрабатываемого материала и др.

В соответствие с ГОСТ 18296 поверхностное пластическое деформирование при качении инструмента по поверхности деформируемого материала называется накатыванием. В свою очередь, накатывание подразделяется на обкатывание и раскатывание в зависимости от того, какие поверхности обрабатываются выпуклые (валы, галтели), плоские или вогнутые (например, отверстия).

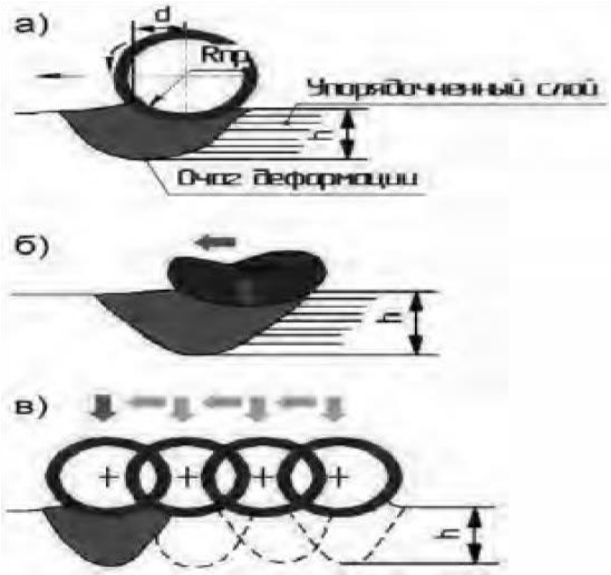


Рис. 2 – Основные схемы взаимодействия деформирующих элементов (ДЭ) с обрабатываемой поверхностью: а) качения; б) скольжения; в) внедрение

Достоинством накатывания является снижение сил трения между ДЭ и обрабатываемым материалом.

К методам ППД, в которых ДЭ работают по схеме скольжения (см. рис. 2, б) относятся выглаживание и дорнование (синонимы: деформирующее протягивание, калибрование). Для этих процессов ДЭ должны изготавливаться из материалов, имеющих высокую твердость (алмаз, твердый сплав и т.п.) и несклонных к адгезионному схватыванию с обработанным материалом. Выглаживание применяется для ППД закаленных сталей и деталей маложестких, т.е., тогда, когда невозможно применить обработку накатыванием. Недостатком выглаживания является низкая производительность и невысокая стойкость инструмента.

Наряду с этими методами в машиностроении существуют большое число методов ППД, основанных на динамическом (ударном) воздействии инструмента на поверхность детали. В этих процессах инструмент внедряется в поверхностный слой детали (см. рис. 2, *в*) перпендикулярно профилю поверхности или под некоторым углом к ней. Многочисленные удары, наносимые инструментом по детали по заданной программе или хаотично, оставляют на ней большое число локальных пластических отпечатков, которые в результате покрывают (с перекрытием или без него) всю поверхность. Размеры очага деформации зависят от материала детали, размеров и формы инструмента и от энергии удара по поверхности. К методам ударного ППД относятся чеканка, обработка дробью, виброударная, ультразвуковая, центробежно–ударная обработка и др.

При ППД в результате деформированного упрочнения поверхностного слоя, возникновения в нем сжимающих остаточных напряжений, сглаживание неровностей и улучшение их профиля повышается прочность деталей при переменных нагрузках в 1,5–2,5 раза, а долговечность в 5–10 раз и более.

ППД во многих случаях позволяет также повысить износостойкость, контактную выносливость и другие эксплуатационные характеристики. Эти достоинства ППД сочетаются с технологической надежностью и его экономичностью.

Изменение структуры поверхности

При обработке резанием поверхностный слой металла претерпевает изменения. В тонком поверхностном слое детали возникает наклеп, который по своей структуре и свойствам резко отличается от основного металла. Слой становится более твердым, но менее пластичным. Большей способностью к наклепу обладают пластичные металлы, меньшей – хрупкие. Например, серый чугун почти не подвержен наклепу.

Степень и глубина наклепа при различных способах обработки не одинаковы: при точении наклеп распространяется на глубину до 1 мм, при развертывании – на 0,1—0,2 мм, при шлифовании – на 0,12—0,08 мм.

В наклепанном поверхностном слое металла возникают сжимающие остаточные напряжения, в результате чего значительно повышается износостойкость, коррозионная стойкость и усталостная прочность деталей. Поэтому в машиностроении широко применяются различные методы специальной упрочняющей технологии при помощи наклепа, а именно: обкатка или раскатка роликами, дробеструйная обработка, упрочняющий наклеп с использованием особых приспособлений. Упрочнить поверхностный слой наклепом целесообразно у деталей машин, воспринимающих переменные по величине и направлению нагрузки. Срок службы деталей с искусственно наклепанным поверхностным слоем повышается в несколько раз.

Характеристики поверхности, определяющие эксплуатационные свойства деталей машин

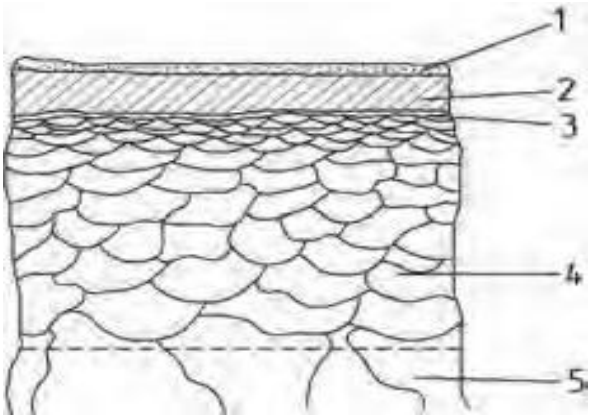


Рис. 3 – Схема поверхностного слоя детали

Поверхностный слой детали – это слой, у которого структура, фазовый и химический состав отличаются от основного металла, из которого сделана деталь.

В поверхностном слое (рис. 3) можно выделить следующие основные зоны:

зону *1* (толщина 1–102 нм) адсорбированных из окружающей среды молекул и атомов органических и неорганических веществ;

зону *2* (толщина 10–1 мкм) продуктов химического взаимодействия металла с окружающей средой (обычно окислов);

граничную зону *3* толщиной несколько межатомных расстояний, имеющую иную, чем в объеме, кристаллическую и электронную структуру;

зону *4* с измененной по сравнению с основным металлом *5* структурой, фазовым и химическим составом, который возникает при изготовлении детали, изменяется в процессе эксплуатации.

Толщина и состояние указанных слоев поверхностного слоя могут изменяться в зависимости от состава материала, метода обработки, условий эксплуатации, который может оцениваться различными методами (химического, физического или механического анализа).

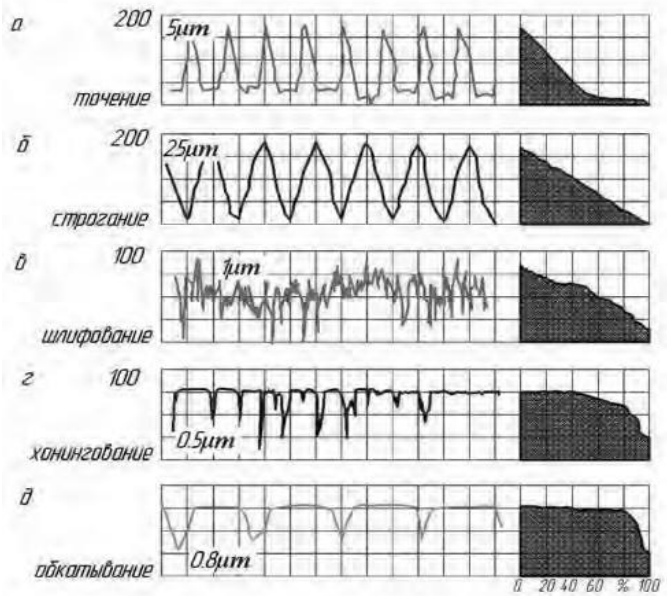


Рис. 4 – Профилограммы шероховатости и опорные кривые для поверхностей, обработанных различными методами

Поверхность, обработанная ППД, имеет сглаженный профиль шероховатости, высокую опорную способность, увеличенные радиусы выступов и впадин, пониженный

коэффициент концентрации напряжений по впадине, хорошую маслоемкость поверхности (рис. 4).

Повышение износостойкости и усталостной прочности деталей методом наклепа.

Одним из методов повышения прочности и долговечности деталей является упрочнение их поверхностей дробеструйной обработкой, наклепыванием шариками, специальными бойками или обкаткой роликами. При помощи наклепа удается значительно увеличить срок службы деталей при сохранении прежних условий эксплуатации. Существуют данные о том, что дробеструйная обработка повышает долговечность коленчатых валов в 10–30 раз, спиральных пружин – в 3–20 раз, зубчатых передач и валов – в 5–6 раз, сварных соединений – в 3 раза.

Весьма эффективна дробеструйная обработка деталей, поверхности которых имеют следы механической обработки или коррозии. Сущность процесса дробеструйного наклепа заключается в том, что готовая деталь, прошедшая механическую и термическую обработку, подвергается действию потока дроби обычно из отбеленного чугуна. Дробинки, отбрасываемые лопатками быстро вращающегося ротора механического дробемета, производит поверхностный наклеп детали. При этом повышается твердость и прочность поверхностного слоя, а также создается благоприятное распределение внутренних напряжений по сечению детали.

Для повышения усталостной прочности деталей наряду с дробеструйной обработкой применяется обкатка их поверхностей стальным закаленным роликом.

В результате обкатки поверхность детали делается более гладкой, что является преимуществом по сравнению с дробеструйной обработкой, но обкатку невозможно применять для изделий сложной конфигурации. Обкатка стальных деталей хорошо отполированным роликом в ряде случаев может заменить шлифовку.

В упрочнителе (рис. 5) для поверхностного наклепа детали используется центробежная сила шариков диаметром 7–12 мм, свободно вмонтированных в радиальные гнезда диска в один или несколько рядов. При вращении диска, шарики под действием центробежной силы занимают крайнее периферийное положение в гнездах, и наносят удары по обрабатываемой детали. На личие поперечной и продольной подач, а также вращение детали позволяет наносить удары каждым шариком по новому месту, чем достигается равномерный наклеп всей обрабатываемой поверхности.

Необходимо, чтобы на 1 мм^2 обрабатываемой поверхности приходилось от 12 до 70 ударов. Упрочнитель, вращается от отдельного электродвигателя с окружной скоростью 30 м/сек.

В результате наклепывания шариками поверхность с чистотой обработки Ra 5...2,5 – 1,25...2,5 мкм по ГОСТ 2789 приобретает чистоту Ra 0,63...0,32 – 0,16...0,32 мкм, а ее микротвёрдость возрастает на 30–40%.

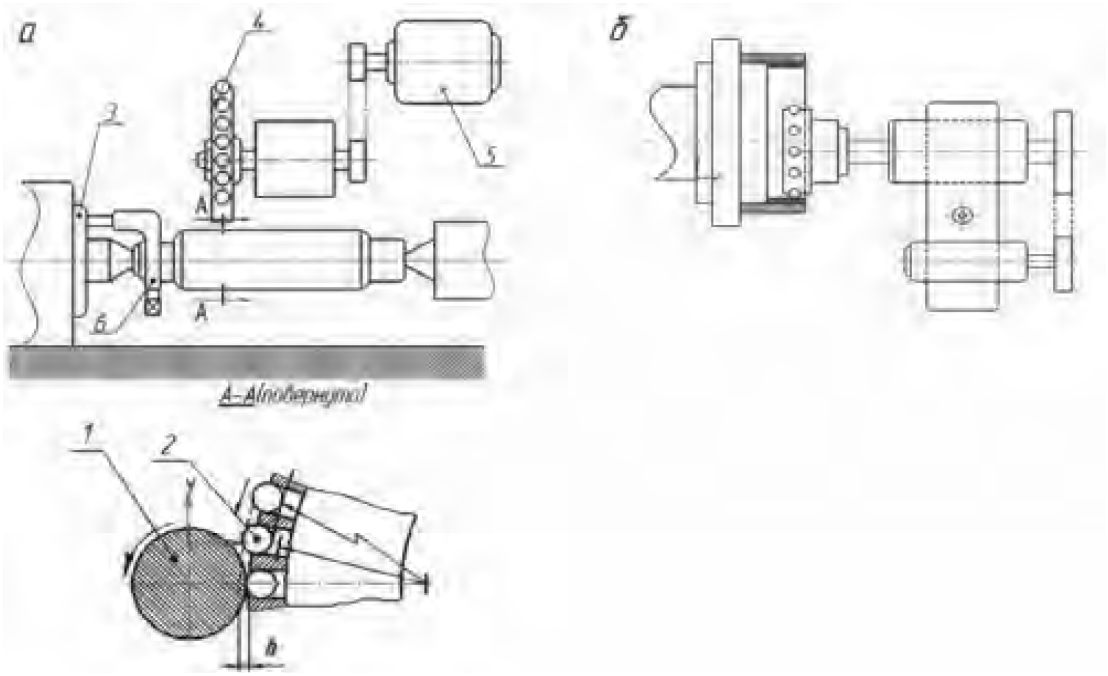


Рис. 5 – Схема установки шарикового упрочнителя на шлифовальном станке:
а) настройка станка для упрочнения наружных поверхностей; б) настройка станка для упрочнения отверстий; *1 – обрабатываемая деталь; 2 – шарик; 3 – передняя бабка станка; 4 – упрочнитель; 5 – привод упрочнителя; 6 – хомутик; h – натяг*

Технологии восстановления геометрии и свойств изношенных деталей

Ремонт сопряженных деталей, получивших естественный механический износ, можно производить одним из следующих способов: 1) сваркой; 2) вибродуговой наплавкой; 3) наплавкой твердыми сплавами; 4) металлизацией напылением; 5) металлизацией электролизом; 6) склеиванием; 7) механической обработкой на станках и вручную; 8) электрической обработкой металлов (нагрев токами высокой частоты, электроискровая обработка, анодно–механическая обработка).

Способ ремонта следует выбирать с учетом его технико–экономических показателей, возможности и целесообразности применения.

Одним из самых распространенных способов восстановления деталей горнодобывающего оборудования на ремонтных предприятиях является автоматическая наплавка под слоем флюса (ось центральной цапфы, ведущие валы, натяжные оси и др. детали экскаваторов).

После восстановления деталей с помощью данного способа до чертежных размеров с учетом припуска на обкатку необходимо произвести упрочнение поверхностного слоя детали, так как это позволит снизить остаточные сварочные напряжения, повысить качество шероховатости восстановленной поверхности и увеличить ресурс детали еще на 40–80%.

Метод упрочнения поверхности крупных деталей с помощью обкатки.

Упрочнение поверхностного слоя валов из углеродистой и легированной стали с помощью ролика нашло широкое применение на железнодорожном транспорте и в горных машинах, как при ремонте, так и при изготовлении запасных частей к данной технике.

Детали с конструктивными концентраторами напряжений (ступенчатые валы и вал–шестерни) разрушаются, как правило, с поверхности. Для таких деталей степень наклепа имеет особенно большое значение.

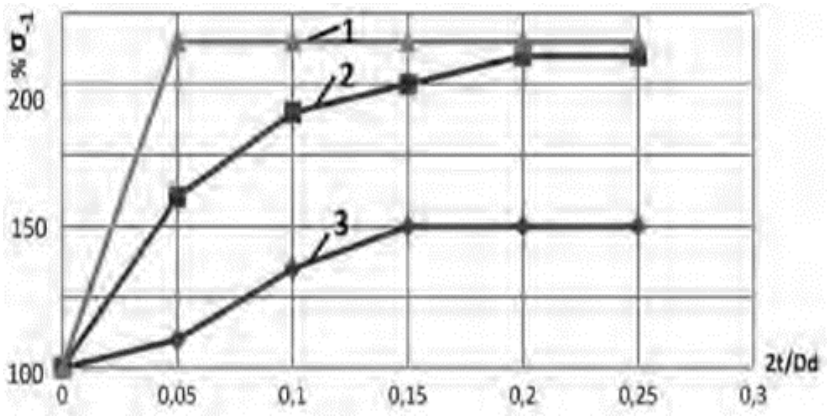


Рис.6 – Графики зависимости эффекта обкатки подступичных частей валов от относительной толщины наклепанного слоя.

На рис. 6 приведены графики зависимости эффекта обкатки подступичных частей валов от относительной толщины наклепанного слоя.

Графики показывают, что при высокой степени наклепа высокая эффективность упрочнения достигается при относительно малой толщине наклепанного слоя (кривые *1* и *2*, рис. 6). Сравнительно малая эффективность в опытах Н.П. Зобнина кривая *3* объясняется уменьшенной степенью деформации из–за большого (75 мм) радиуса кривизны ролика (ролик сферической формы).

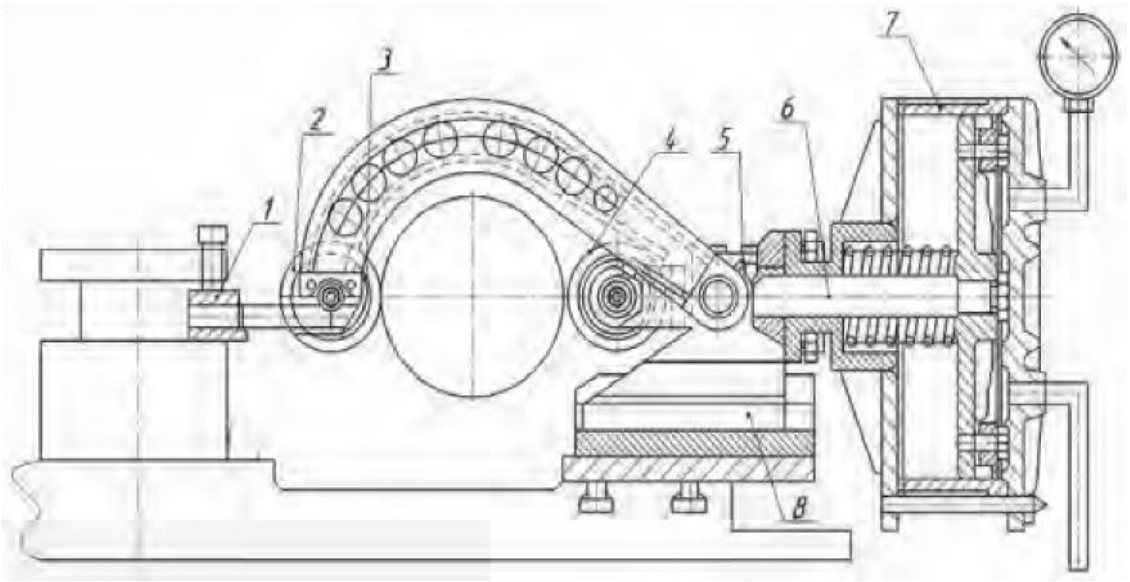


Рис. 7 – Конструкция устройства, созданная в ЦНИИ МПС

При упрочняющей обкатке валов относительно небольшого диаметра (до 300 мм) широко используется двух и много роликовые приспособления, позволяющие совместить упрочняющий и чистовой проходы за счет одновременного использования роликов различного профильного радиуса.

На рис. 7 показана одна из конструкций таких устройств созданная в ЦНИИ МПС и применяемая для упрочнения осей железнодорожного подвижного состава.

Приспособление имеет два ролика, один из них *4* свободно вращается на оси, жестко связанной со штоком *6* пневматического или гидравлического цилиндра *7*, второй *2* – на оси в откидной дуге *3*, шарнирно связанной с корпусом *5*.

При движении штока *6* сокращается расстояние между роликами, и деталь зажимается между ними с усилием обкатки. При этом корпус *5* может свободно перемещаться в направляющих *8*, закрепленных на задней стороне суппорта станка, обеспечивая

самоустановку приспособления относительно обкатываемого вала и одинаковое усилие на обоих роликах. При биении вала корпус *5* при обкатке получает колебательное перемещение в направляющих *8*.

Таблица 1 – Эффективность упрочнения ступенчатых валов обкаткой роликом

Размеры валов в мм			Размеры роликов в мм		Усилие обкатки *P* в кГ	Предел выносливости валов в кГ/мм^2		Увеличение за счет обкатки в %
диа–метр малой ступени *Dd*	радиус галтели *R*	*R/Dd*	диа метр Dp	радиус профиля *r*		неупрочненные	обкатанные	
17	1	0,06	50,8	1	700	20,8	35,2	68
15	2	0,133	50,8	2	350	28	36,4	30
133	7,15	0,053	87	4,4	680	13	16,8	30
18	0,76	0,042	50,8	0,76	250	14,9	23,4	57
12	0,85	0,071	20	0,85	50	19,5	23,5	20
14	0,8	0,057	18	0,75	500	18	21	17
				250	18	29	61	
12	0,8	0,066	1,6	0,8	15	18	19	5
		шарик	45	18	24	33		
30	2	0,066	4	2	150	14	18	29
		шарик	250	14	21	50		
			450	14	26	86		
45	2	0,045	3,94	1,97	400	12	21	75
		шарик						
180	8	0,045	15,86	7,93	6500	13	18,5	42
		шарик						

В нерабочем положении приспособление дуга *3* свободно откидывается, после чего приспособление не мешает установке и обтачиванию детали. При обкатке, передний конец дуги поддерживается на необходимой высоте специальным упором *1*, закрепленном в резцедержателе станка.

Детали, прошедшие термическую обработку, также могут быть подвергнуты обкатки роликом. Так, например торсионные валы, изготовленные из стали 45ХНМФА и имеющие твердость после термической обработки HRc 40–48 можно обработать роликами с твердостью HRc 62–64 не более 5–ти раз, после чего ролики рекомендуется перешлифовать для восстановления исходного профильного радиуса, обеспечивающего эффективную деформацию поверхностного слоя.

Галтельные переходы валов различного назначения является широко распространенным типом криволинейных поверхностей.

В зоне галтелей усталостная прочность понижена. Обкатка галтелей позволяет повысить усталостную прочность ступенчатых валов из среднеуглеродистой стали на 30–86%. В таблице приведены данные некоторых исследований.

Обзор методов упрочнения поверхностного слоя

Различные методы пластического деформирования поверхностного слоя деталей горнодобывающего и горнотранспортного оборудования позволяет не только повысить их усталостную прочность, но и увеличить коррозионную стойкость. Практические исследования В.Ф. Звягинцева и Г.Г. Лебединского на деталях подвергающихся одновременно: изнашиванию (трению) и знакопеременным нагрузкам, а именно вкладыши дизелей подверженных тонкому раскатыванию шаром, вибронакатыванию, раскатыванию с последующим вибронакатыванием. В этих условиях решающее значение приобретает микрорельеф поверхности вкладыша, определяющий ее прирабатываемость, сопротивление образованию поверхностных дефектов и схватыванию, обеспечивающий целостность масляной пленки. Во всех случаях вибронакатанные вкладыши по сравнению с расточенными качественнее и быстрее прирабатывались, температура в зоне трения с коленчатым валом была на 6–9 °С ниже. Это объясняется увеличенной маслоемкостью вибронакатанных поверхностей.

Применение данных технологий не требует серьезных капитальных вложений, и позволяет повысить ресурс горной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шилов П. М. Технология производства и ремонт горных машин. – М.: Недра, 2021. – 384 с.: ил.
2. Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами. 2–е изд. – М.: Машиностроение, 2018. – 160 с.: ил.
3. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным деформированием. – М.: Машиностроение, 2022. – 300 с.: ил.
4. Шнейдер Ю. Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. – М.: Машиностроение, 2020. – 247 с.: ил.
5. Усов А. М. Приспособления для упрочняющей накатки деталей // Вестник машиностроения. – 2019 – № 5.
6. ГОСТ 2789–73 Межгосударственный стандарт «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики». – М.: Стандартинформ 2006.
7. ГОСТ 18296–72 Обработка поверхностным пластическим деформированием. Термины и определения. – М., 1972.

УЛУЧШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ WEICHAI 12M55 И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАБИНЕ ОПЕРАТОРА САМОСВАЛА БЕЛАЗ

Кривоченков Ю.В., Мысливченко М.В., Толмачёв А.С., Игнатов А.А., студенты
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Тараненко М.Е.**
Губкинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (ГФ НИТУ «МИСИС»)

Обеспечение оптимального теплового режима двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является критически важным фактором для его эффективной и долговечной работы. Низкая температура охлаждающей жидкости (ОЖ) может негативно сказываться на работе всех узлов двигателя, приводя к повышенному износу и снижению КПД. [1]

В данной работе рассматриваются проблемы, связанные со снижением температуры охлаждающей жидкости двигателя Weichai 12M55, и предлагаются комплексные решения для их устранения.

Анализ характеристик двигателя Weichai 12M55, предназначенного для продолжительной работы при пиковой мощности с минимальным расходом топлива, показывает, что снижение температуры ОЖ обусловлено рядом конструктивных особенностей и режимов эксплуатации, включая необходимость избегать длительной работы на холостом ходу. При длительной работе (более 10 минут) на холостом ходу страдают все узлы двигателя. [2]

Для повышения температуры в холодное время года охлаждающей жидкости можно использовать предпусковой подогреватель ПЖД–600И (рис. 1) с электронным управлением. Данный подогреватель может работать в паре с ДВС, также он может поддерживать температуру в системе охлаждения от 60 до 80 ºС в автоматическом режиме.



Рис. 1 – Предпусковой подогреватель ПЖД–600И

Ещё одним вариантом повышения температуры охлаждающей жидкости является использование режима “Просушка УВТР”. При включении данного режима активируются тормозные резисторы (рис. 2), что в свою очередь нагружает двигатель, и число оборотов возрастает до 1200 об/мин.



Рис. 2 – Тормозные резисторы БелАЗа

Обороты холостого хода, также, можно повысить программно, посредством подключения диагностического оборудования к блоку управления двигателем. [3]

При работе на холостом ходу в зимнее время года температура охлаждающей жидкости быстро падает, тем самым установленный отопитель кабины не может поддерживать комфортную для водителя температуру. Для обеспечения комфортной температуры в кабине БелАЗа оптимальным вариантов является установка индивидуального отопительно–кондиционерного блока. Данные блоки работают как на электричестве, так и на дизельном топливе.

В качестве примера блоков работающих на дизеле рассматриваются воздушный отопитель “Планар 4ДМ–2”(Рис. 3), предпусковой подогревательный отопитель “Webasto Thermo 350”(Рис. 4) и автономный воздушный отопитель “Eberspacher AirtronicD4”(Рис. 5).



Рис. 3 – воздушный отопитель “Планар 4ДМ–2”



Рис. 4 – предпусковой подогревательный отопитель “Webasto Thermo 350”



Рис. 5 – автономный воздушный отопитель “Eberspacher AirtronicD4”

Также был взят отопительно–кондиционерный блок работающий на электричестве: накрышной кондиционер “Webasto Cool Top Trail 34”(Рис. 6)

.



Рис. 6 – накрышной кондиционер “Webasto Cool Top Trail 34”

Каждый из этих отопительных блоков имеет свои характеристики и подходит для использования в кабине оператора. [4]

В заключении можно сказать, что в работе были представлены технологические мероприятия по повышению температуры ОЖ, а также решения для поддержания комфортной температуры в кабине оператора самосвала БелАЗ, что позволит достичь баланса между эффективностью работы двигателя и созданием оптимальных условий труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Двигатели внутреннего сгорания. – М.: Высшая школа, 2004.

2. Техническая документация на двигатель Weichai 12M55.

3. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию карьерных самосвалов БелАЗ–75131.

4. Найман, В. М. Все о предпусковых подогревателях и отопителях автомобилей / В. М. Найман. — М.: Третий Рим, 2008. — 128 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ «GEHO»

Куралов А.А., Капнин А.Н., студенты
Научный руководитель – к т.н., доцент **Терехин Е.П.**
Губкинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (ГФ НИТУ «МИСИС»)

В производственном арсенале ОЭМК выделяется полноценный процесс получения стали, где традиционный чугун уступает место окатышам, произведенным через технологию прямого восстановления, известную как метод «Мидрекс». При достижении максимальной мощности завод способен выпускать более 5 миллионов тонн металлизованных окатышей ежегодно. Кроме того, объем производства стали достигает 4 миллиона тонн, а качественного сортового проката — более 3 миллионов тонн.

В технологической цепочке производства транспортирование концентратной пульпы с ЛГОКа до ОЭМК осуществляется посредством мембранно–поршневых насосов GEHO ZPM 1800. Данное оборудование играет весомую роль в обеспечении бесперебойной работы сталелитейного производства ОЭМК.

Поршневой мембранный насос «GEHO» (рис. 1) предназначен для перекачивания жидких смесей при высоком давлении и большой производительности. Так транспортирование концентратной пульпы плотностью 1,68–1,72т/м^3 с ЛГОКа до ОЭМК происходит под начальным давлением 4,7–7,5 МПа по магистральному подземному пульпопроводу диаметром 325 мм с толщиной стенки 12 мм протяженностью 26,5 км с производительностью 415–550 м^3/ч [1].

Конструкция насоса «GEHO» фактически состоит из двух насосных групп – поршневой группы для перекачивания жидкости (масла) и мембранной для транспортирования абразивной пульпы [2]. Уникальная эластичная диафрагма GEHO защищает поршень и цилиндр от контакта со шламом. В конструкции имеются быстросменные клапаны и глушители вибрации. При надлежащем техническом обслуживании насосы могут работать без перерывов в течение более чем 30 лет.

Для повышения производительности насоса специалистами завода–изготовителя совместно с ОЭМК была предложена модернизация поршневой группы с увеличением диаметра поршня с 260мм до 280мм, что было весьма актуально на тот период.

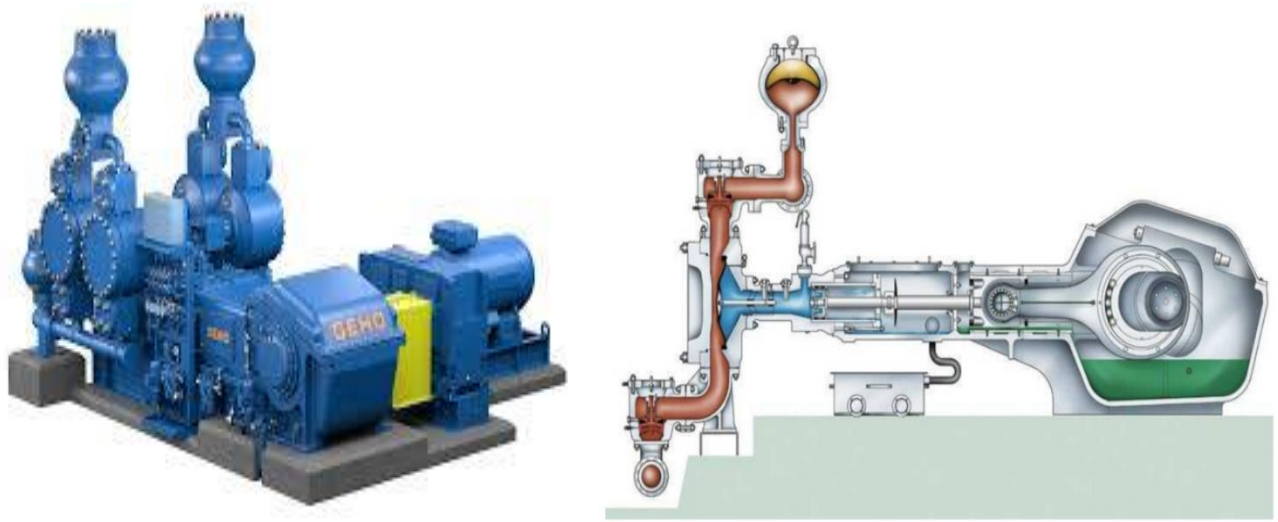


Рис. 1 – Общий вид насоса GEHO ZPM

Предварительный расчет показывает, что при увеличении диаметра поршня с 260 мм до 280 мм увеличивается его площадь на 16%. Для мембранно–поршневого насоса такой

конфигурации зависимость производительности насоса от площади рабочего поршня нелинейная, поэтому она повысится на 10%.

Расчет мощности привода при увеличении нагрузки и практика эксплуатации показали, что мощности существующего электродвигателя достаточно, а долговечность основных узлов и систем при работе под такими нагрузками снизилась незначительно. При этом возникала только одна проблема по поломке штока в месте крепления к поршню, которая случается довольно часто. Проверка соосности крейцкопфа и гильзы цилиндра не выявила нарушений.

Целью данных прикладных исследований является снижение аварийности поршневой группы насоса GEHO.

Для достижения этой цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить существующую конструкцию насосного оборудования.
2. Произвести расчеты штока поршневой группы для определения причин поломок.
3. Предложить конструкцию штока с новыми параметрами.

При изучении конструкции поршневой группы насоса было выявлено, что модернизация затронула в основном поршни и гильзы, увеличив их диаметр с 260мм до 280мм, а штоки остались неизменными из–за конструкции сальниковой втулки. Увеличение резьбы на конце штока в месте крепления к поршню эффекта не дало и поломки продолжались с негативной регулярностью.

Поэтому возникла необходимость проверки штока на прочность и устойчивость, так как при диаметре 76 мм рабочая длина его достигает почти 1500 мм, что может привести к снижению жесткости в пределах упругих деформаций при повышенных нагрузках после модернизации.

Проверочный расчет штока по напряжениям растяжения–сжатия [3].

Условие прочности имеет вид:

$$\sigma = \frac{F}{S_{шт}} \leq [\sigma] \qquad (1)$$

Материал штока – Сталь 15ХСНД, термообработка цементация, для которой $\sigma_т = 760$ МПа.

Допускаемые напряжения находятся по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{760}{5} = 152 \text{ Мпа}, \qquad (2)$$

где $n_т$ – коэффициент запаса по текучести для ответственных деталей;

F – сила, действующая на шток, Н;

$s_{шт}$ – площадь поперечного сечения штока, м^2.

$$S_{шт} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}076^2}{4} = 4{,}53 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2, \qquad (3)$$

где d – диаметр штока, м

$$F = pS_п, \qquad (4)$$

где p – давление в цилиндре, 8 МПа = $8 \cdot 10^6$ Па;

$S_п$ – площадь поршня, м^2

Первоначальный вариант: $S_{п1} = 0{,}053$ м^2,

После модернизации: $S_{п2} = 0{,}062$ м^2

До модернизации:

$$F_1 = pS_{п1} = 8 \cdot 10^6 \cdot 0{,}053 = 424 \text{ кН};$$

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S_{шт}} = \frac{424 \cdot 10^3}{4{,}53 \cdot 10^{-3}} = 93{,}6 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 152 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется.

После модернизации:

$$F_2 = pS_{n2} = 8 \cdot 10^6 \cdot 0{,}062 = 496 \text{ кН};$$

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{S_{шт}} = \frac{496 \cdot 10^3}{4{,}53 \cdot 10^{-3}} = 109{,}5 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 152 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется.

Как показал расчет, при увеличении нагрузки на шток расчетные напряжения не превышают допускаемые. Таким образом, шток обладает достаточной прочностью и это не может быть причиной частых поломок.

Расчет штока на устойчивость.

Шток представляет собой относительно длинный стержень длиной l=1,5 м. Проверим шток на устойчивость при диаметре поршня 260 мм и 280 мм.

Найдем значение гибкости стержня:

$$\lambda = \frac{\mu \ell}{i_{min}} = \frac{0{,}7 \cdot 1{,}5}{0{,}038} = 29{,}6, \quad (5)$$

где μ – коэффициент, учитывающий условие закрепления, $\mu = 0{,}7$;

ℓ – длина штока, м;

i_{min} – минимальный радиус инерции сечения штока, м.

$\lambda = 29{,}6 < \lambda_0 = 100$, следовательно, необходимо применять формулу Ясинского:

$$\sigma_{кр} = a - b\lambda = 321 - 1{,}16 \cdot 29{,}6 = 286{,}7 \text{ МПа}, \quad (6)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты [4].

Определяем коэффициент запаса на устойчивость n_{y1}.

До модернизации:

$$n_{y1} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_1} = \frac{286{,}7}{93{,}6} = 3{,}06. \quad (7)$$

Для сталей коэффициент запаса на устойчивость $1{,}8 \div 3{,}0$

$$n_y = 3{,}06 \geq [n] = 1{,}8 \div 3{,}0$$

Условие выполняется.

После модернизации:

$$n_{y2} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_2} = \frac{286{,}7}{109{,}5} = 2{,}62$$

Для сталей коэффициент запаса на устойчивость $1{,}8 \div 3{,}0$

$$n_y = 2{,}62 \leq [n] = 1{,}8 \div 3{,}0$$

Условие не выполняется для большего значения запаса прочности. С большой долей вероятности получаем, что при увеличении диаметра поршня до 280 мм возрастают нагрузки на шток, которые могут привести к его разрушению. Следовательно, необходимо увеличить устойчивость штока за счет увеличения его диаметра. В данной работе предлагается увеличить диаметр штока до 82 мм. Теперь необходимо рассчитать коэффициент запаса устойчивости для штока с увеличенным диаметром.

Найдем площадь поперечного сечения увеличенного штока:

$$S_{штув.} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}082^2}{4} = 5{,}28 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Теперь определим напряжения при увеличенном поршне и штоке:

$$\sigma_3 = \frac{F_2}{S_{шт}} = \frac{496 \cdot 10^3}{5{,}28 \cdot 10^{-3}} = 93{,}9 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 152 \text{ МПа} – \text{условие выполняется}$$

Определим коэффициент запаса устойчивости при новых параметрах поршневой группы:

$$n_{уз} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_з} = \frac{286,7}{93,9} = 3,05$$

$$n_{уз} = 3,05 \geq [n] = 1,8 \div 3,0$$

Условие выполняется. Увеличение диаметра штока позволяет повысить устойчивость штока, тем самым снижая риск выхода из строя всего механизма.

После проведения расчетов выяснилось, что проверочный расчет на устойчивость штока поршня не проходит при увеличении нагрузки.

Это означает, что при тяжелых условиях и знакопеременных нагрузках на шток его может обломить в узком месте. На основании этого суждения, было принято решение увеличить диаметр штока с 76 мм до 82 мм для увеличения его устойчивости. При увеличении штока в диаметре были увеличены резьба и посадочное место поршня, для увеличения наименьших диаметров в теле штока. Расчет предлагаемого штока показал его повышенную устойчивость по сравнению с предыдущим расчетом.

Ниже на рисунке 2 представлены габаритные чертежи штока до и после модернизации.

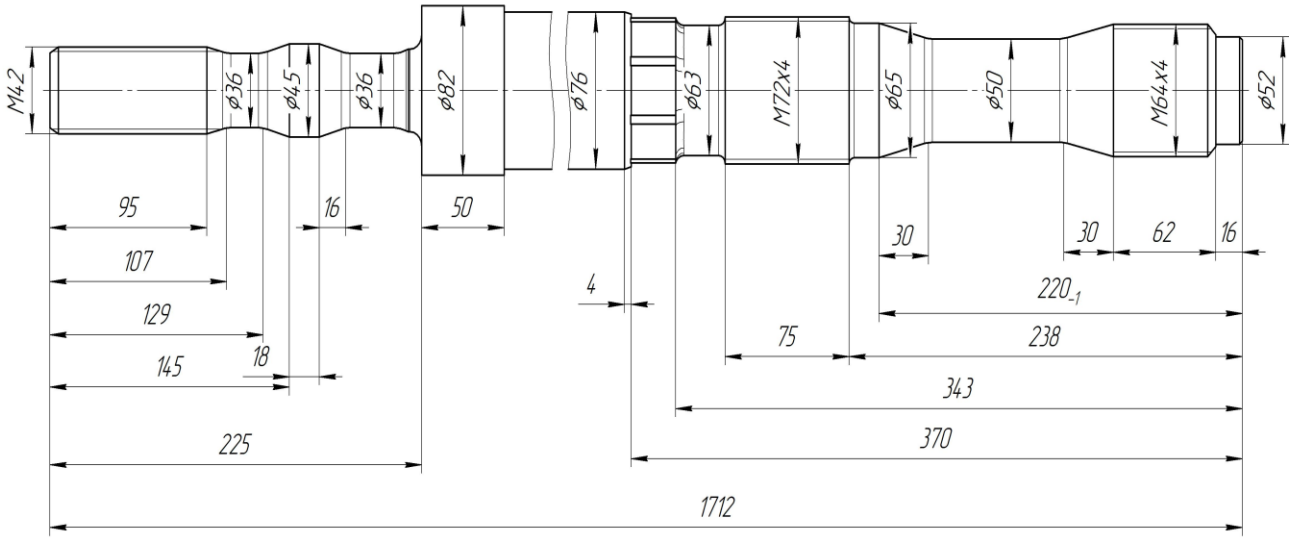


Рис. 2 (а) – Габаритный чертеж штока поршня до модернизации

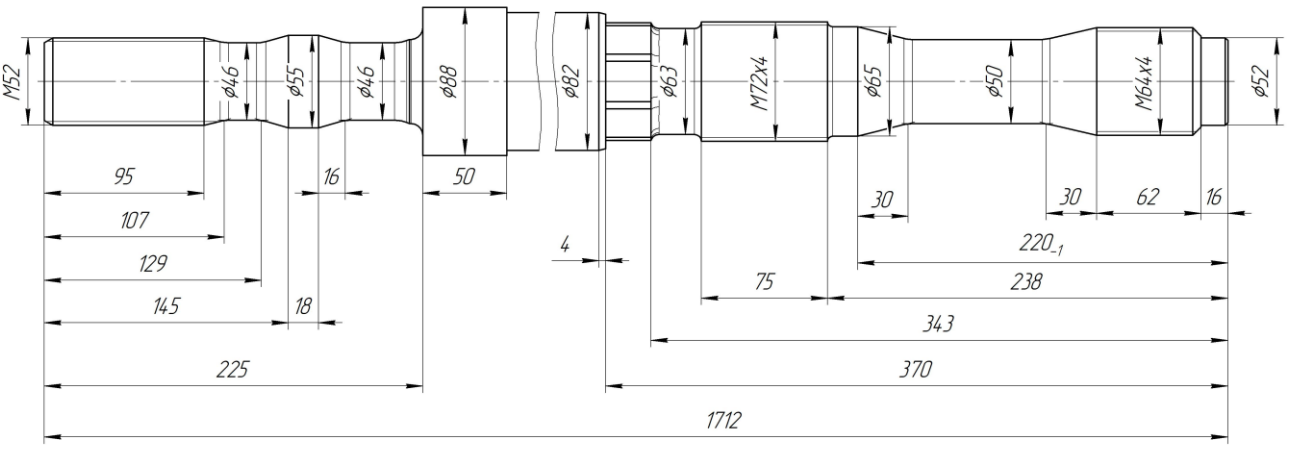


Рис. 2 (б) – Габаритный чертеж штока поршня после модернизации

С помощью Autodesk Inventor можно создать 3Д модели штоков поршня до и после модернизации при одинаковых условия, что наглядно показывает узкие места и ориентировочные значения напряжений. Для обоих случаев было выполнено защемление модели в месте стыковки с крейцкопфом и приложение силы в месте установки поршня в осевом направлении равной 496 кН (расчетные данные) Изображения представлены на рисунке 3

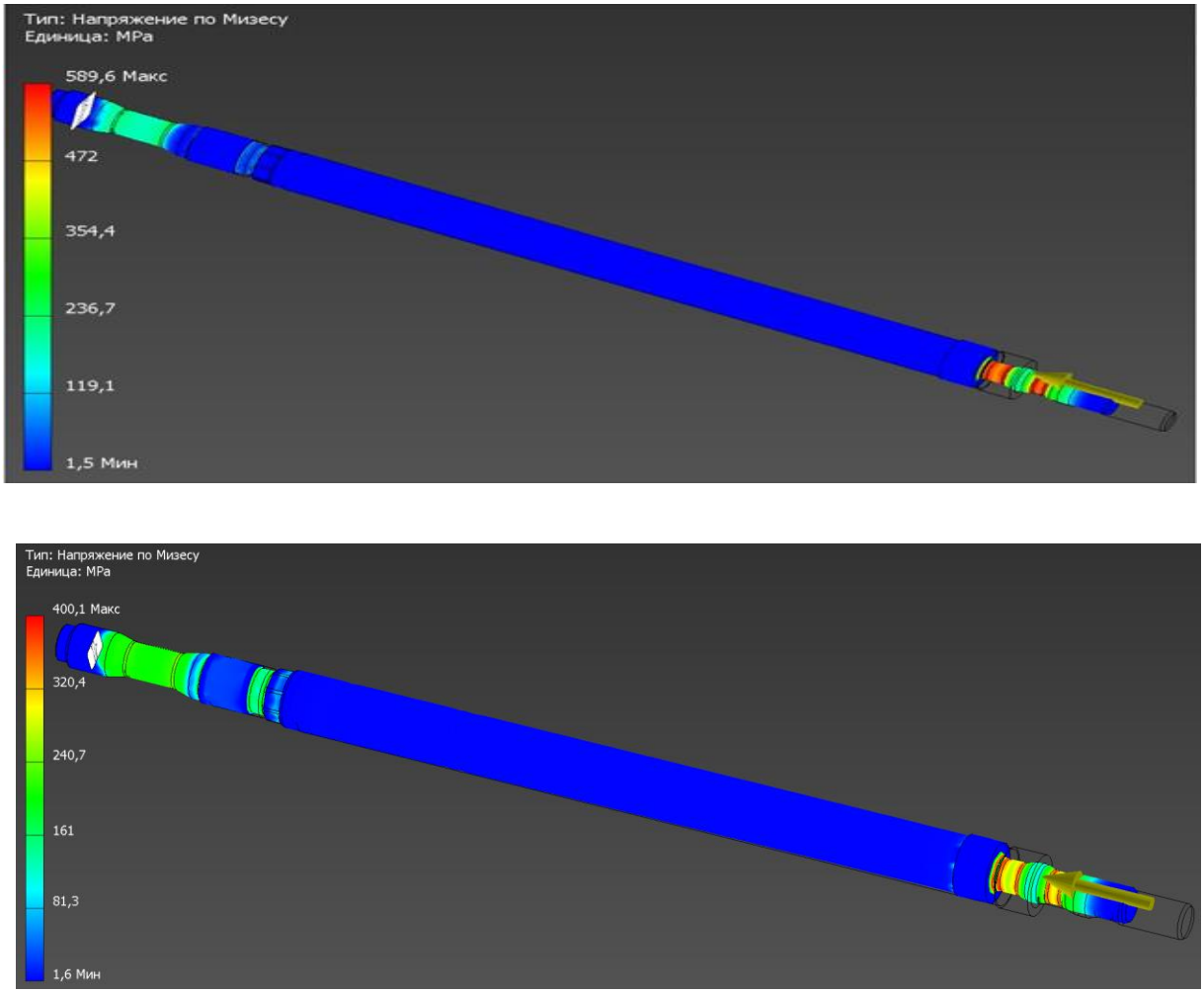


Рис. 3 – Схема напряжений штока до (верхняя) и после (нижняя) модернизации

На изображениях видно максимальное напряжения в местах ступенчатого перехода диаметров зоны установки поршня. Если сравнить их, то получим что после увеличения диаметра штока напряжения снизились с 589,6МПа до 400МПа, что укалывает правильное направление наших расчетов. Тем самым расчеты подтверждают возможность увеличения производительности насоса за счёт увеличения диаметра поршня со всеми сопутствующими мероприятиями.

Таким образом, выявленная в результате анализа причина отказа оборудования, связанная с недостаточной устойчивостью стержня штока поршня, с большой вероятностью может быть устранена увеличением его диаметра. Это повлечет за собой изменение конструкции сальниковой втулки штока, разработка которой не производилась из–за отсутствия чертежей на этот узел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТУ 0712–001–00186803–2005 Концентрат железорудный (пульпа) ОАО «Лебединский горно–обогатительный комбинат» [Текст].– Введ. 2005–08–03.– Г.: 2005,– 6с.

2. Инструкция по установке, эксплуатации и обслуживанию насоса ZPM 1800, Weir Netherlands b.v., №MUI.814.// 8480786.R05.RU, 2008. — 186с.

3. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие — М., 1991. — 432с.: ил. ISBN 506–001514–9.

4. Справочник па сопротивлению материалов / Писаренко Г. С, Яковлев А. П., Матвеев В. В.; Отв. ред. Писаренко Г. С.— 2–е изд., перераб. и доп.— Киев: Наук, думка, 1988.— 736 с.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ РУДЫ И КОНЦЕНТРАТА НА ПРОЦЕСС ОКОМКОВАНИЯ И КАЧЕСТВО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

Попова Д. А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Мальцева В. Е.**
Губкинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (ГФ НИТУ «МИСИС»)

Общая эффективность горно–обогатительного комплекса зависит не только от эффективности извлечения руды из недр в добычном цикле и степени извлечения полезного компонента на обогатительной фабрике, но и от параметров, связывающих в единый узел горный и обогатительный переделы, с одной стороны, и процессы рудоподготовки для металлургических целей, с другой.

Только такая взаимосвязь позволяет решить проблему комплексного использования сырья и его глубокой переработки.

В этой связи представляет интерес сравнить имеющиеся данные о взаимосвязи и влиянии свойств руды и концентратов на процесс окомкования шихты и производства окатышей.

После критического анализа распространенной ранее теории о решающей роли капиллярных сил В. И. Коротич выявил в ней серьезные противоречия. Капиллярные силы могут проявляться лишь в трехфазных системах, т. е. между частицами материала наряду с водой должен находиться воздух. Эксперименты показали, что под действием динамических нагрузок избыток воды выжимается из образца, а частицы сближаются до расстояний, соизмеримых с толщиной пленок связанной воды. Таким образом, система становится двухфазной, капиллярные силы исчезают, а прочность сцепления частиц обусловливается молекулярными силами:

$$F \sim K S \rho [(l — e) / e],$$

где F — силы сцепления; S — удельная поверхность дисперсного материала; ρ – плотность материала; e — пористость гранулы; K — коэффициент, учитывающий форму частиц, характер их укладки в образце, гидрофильность материала.

Ведущим фактором, определяющим прочность сцепления частичек во влажном состоянии, является **удельная поверхность материала**, которая тем больше, чем выше содержание наиболее мелких фракций. Однако величина суммарной поверхности частиц шихты и конечные показатели процесса производства окатышей имеют между собой сложные связи. Так, рост удельной поверхности вызывает рост оптимальной влажности концентрата (– 1,25% на каждые дополнительные 100 $см^2/г$), что приводит к снижению производительности машин для обжига окатышей примерно на 1,2%. С одной стороны, более плотные сырые окатыши вызывают снижение скорости и конечной степени окисления, что отрицательно влияет на производительность обжиговых машин и качество окатышей [1].

С другой стороны, ряд авторов считают, что из переизмельченного концентрата получить прочные окатыши затруднительно, так как при этом невозможно достичь максимально возможной плотности. В связи с этим для каждого вида шихты существует оптимальная величина поверхности частиц (при нижнем уровне 1300–1500 $см^2/г$) [2]. Практикой промышленного производства установлено, что при недостаточной степени измельчения концентрата процесс получения сырых окатышей протекает с малой скоростью, а сырые окатыши характеризуются неравномерным гранулометрическим составом и частично разрушаются при транспортировке конвейерами и при загрузке на обжиговую машину. Обожженные окатыши, полученные из такого концентрата, имеют склонность к истиранию и пылеобразованию при перегрузке и транспортировании. Более тонкое измельчение концентрата или руды улучшает свойства как сырых, так и готовых окатышей .

Окомкование концентратов протекает успешно, если их удельная поверхность составляет 1700—1900 $см^2/г$. При уменьшении крупности концентрата с 80 до 94% класса —

0,044 мм улучшаются условия окомкования, однако при увеличении содержания класса — 0,044 мм сверх 92% возникали трудности, связанные с фильтрацией. Оптимальная крупность концентрата, обеспечивающая получение окатышей хорошего качества, соответствует минимальному содержанию этого класса около 88%. Исследования, проведенные по окомкованию гематитового концентрата, измельченного до различной крупности (содержание класса —0,044 мм равно 30, 45 и 65%), подтвердили зависимость прочности сырых и подсушенных окатышей от удельной поверхности материалов. При этом добавка известняка для офлюсования повышает прочность окатышей, если его крупность достигает крупности концентрата.

На прочность окатышей влияет также размер частиц компонентов шихты (мел, известняк, известь, доломит, боксит и др.), чем мельче частицы, тем быстрее спекаются зерна.

Увеличение размера исходной частицы концентрата в 2 раза сопровождается, согласно механизму объемной диффузии, увеличением времени обжига для достижения прежней прочности в 8 раз [3].

В этой связи целесообразно рассмотреть зависимость качества концентрата от способа измельчения.

Низкая эффективность раскрытия в шаровых мельницах связана с тем, что разрушение железистых кварцитов в них идет по линии направления удара, а не по поверхности контакта в сростках «магнетит–кварц». Такие сростки по своим прочностным свойствам подобны железобетону: роль арматуры в них выполняет относительно вязкий магнетит, а роль бетона – хрупкий кварц.

В процессе же самоизмельчения разрушаются и такие прочные сверстки, поскольку они мало зависят от прочности руды, так как физико–механические свойства разрушающего и разрушаемого материала практически одинаковы.

Производительность барабанных мельниц зависит от скорости падения измельчающих тел. Оптимальная скорость соударения тел при измельчении должна быть около 50–60 м/с, минимально эффективная – 20 м/с. Современные мельницы в России ММС–9×3А (диаметр 9 м) работают при скорости соударения ниже 10 м/с. Это говорит о том, что даже 9–метровый диаметр мельницы самоизмельчения явно недостаточен.

Западные разработчики продвинулись в данном направлении значительно дальше. Фирма «Metso Minerals» разработала мельницу диаметром 16 м (скорость соударения до 18 м/с). Фирма «Metso Minerals» выдвигается на первое место в мире не только как разработчик и поставщик современного горного оборудования, но и как обладатель современных технологий, оказывающий инжиниринговые услуги по разработке новых проектов и модернизации действующих обогатительных переделов.

В 1980–е годы в институте «Механобрчермет» рассматривался типоразмер мельниц мокрого самоизмельчения ММС–18×6. Перестройка экономики страны помешала реализации этих работ.

Мельницы самоизмельчения большого диаметра имеют следующие технологические преимущества:

– отсутствие необходимости предварительного дробления руд, так как в мельницу большего диаметра требуется кусок руды большего размера.

– высокая производительность и эффективность раскрытия минералов сростков.

Мельницы самоизмельчения являются прекрасными машинами для усреднения руды. Измельчаемая руда занимает до 10% внутреннего объема шаровых мельниц, что для самых крупных мельниц объемом около 200 м^3 составляет всего 20 м^3. Объем современных мельниц самоизмельчения диаметром 16 м достигает 800 м^3, что при 50%–м заполнении объема мельницы соответствует 400 м^3 измельчаемой руды. Эта руда проходит через мельницу менее чем за 1 ч, то есть производительность усреднения составляет около 2000 т/ч, что более чем в 10 раз превышает производительность усреднения в шаровых мельницах.

Затраты на самоизмельчение в полтора раза меньше, чем при шаровом измельчении. Это доказано сравнением ТЭП работы ЛГОКа и СГОКа за 20–летний период.

Самоизмельчение более полно реализует результаты предварительного раскрытия минералов, достигнутого при взрывной отбойке руды в карьере.

В подтверждение вышесказанному достаточно привести данные по химическому составу концентратов ЛГОКа и СГОКа, которые перерабатывают руды практически одного месторождения. На ЛГОКе выполнена схема полусамоизмельчения в первой стадии с рудно–галечными мельницами во второй стадии измельчения. На СГОКе эксплуатируются барабанные шаровые мельницы.

Показатели их работы несопоставимы. ЛГОК – единственный в РФ комбинат, получающий суперконцентраты для бездоменной металлургии (содержание $Fe_{общ}$ свыше 70%). СГОК производит только товарные концентраты (содержащие порядка 66% $Fe_{общ}$) и окатыши для доменного передела (табл. 1). Тем не менее, даже на ЛГОКе на первых фабриках, где работают мельницы самоизмельчения диаметром 7 м, не удается получать концентраты, содержащие свыше 68% $Fe_{общ}$. Однако на третьей фабрике, где первая стадия измельчения осуществляется в двух мельницах мокрого самоизмельчения ММС–9×3А, после доводки получают только суперконцентраты. В сливе этих мельниц содержится до 70% зерен свободного магнетита [4]. .

Таблица 1 —Характеристика концентратов ЛГОКа и СГОКа

ГОК	$Fe_{общ}$	FeO	SiO_2	CaO	Al_2O_3	MgO	S	P	K_2O	Na_2O	TiO_2
ЛГОК	68,2	28,68	4,52	0,15	0,16	0,32	0,074	0,011	0,033	0,15	0,15
	Массовая доля контрольного класса крупности –0,045 мм – 91%										
СГОК	66,5	28,2	6,8	0,18	0,2	0,4	0,032	0,04	0,124		0,024
	Массовая доля контрольного класса крупности –0,045 мм – 82%										

Специфика испытаний окатышей на прочность требует учета размера окатышей. Чем меньше размер окатышей, тем быстрее завершаются процессы упрочнения, поэтому прочность мелких окатышей должна быть выше по сравнению с крупными [5].

В некоторых исследованиях подчеркивается, что при производстве окатышей эффективность процесса окомкования магнетитовых концентратов повышается в тонких классах (–0,045 мм) за счет возникновения между частицами явления магнитной флокуляции [6,7].

Другим важным фактором, влияющим на окомкование, является **содержание влаги в шихте**, которое определяют экспериментально [8]. При изменении влажности существенно меняются свойства окомкованной шихты: насыпная масса, прочность зерен, структура слоя и его газопроницаемость. Постепенное увеличение влажности шихты приводит к уменьшению насыпной массы окомкованной шихты (увеличению порозности слоя) и росту газопроницаемости (скорости просасывания воздуха).

При достижении определенной влажности величина насыпной массы шихты минимальна, с дальнейшим увеличением влажности порозность слоя падает, а газопроницаемость продолжает увеличиваться. Характер такой зависимости обусловлен изменением режима окомкования и, соответственно, структуры шихты.

Сырые окатыши должны обладать достаточной прочностью во избежание деформации и разрушения при их доставке к обжиговому агрегату, а также хорошей термостойкостью, т. е. способностью не разрушаться при обжиге. Для усиления этих свойств в шихту окатышей **вводят связующие добавки** (главным образом бентонит, известь, хлористый кальций, железный купорос, гуминовые вещества) [9].

На прочность окатышей **влияют количество и состав пустой породы**, от которых зависят количество и свойства расплава, образующегося при обжиге окатышей [10]. Влияние количества пустой породы на прочность неофлюсованных окатышей экстремальное. Влияние состава на прочность офлюсованных окатышей более сложное: степень офлюсования

окатышей должна значительнее влиять на прочность окатышей при малом количестве пустой породы, т. е. при обжиге окатышей из богатых железорудных концентратов.

Экстремальная зависимость прочности окатышей от количества пустой породы в концентрате характеризуется тем, что максимум прочности при снижении количества кремнезема в исходном концентрате сдвигается в сторону больших основностей. Таким образом, при выборе режима обжига следует иметь в виду взаимосвязь трех переменных: прочности окатышей, содержания железа в исходном концентрате и основности шихты [11].

Состав шихты, процесс окомкования, режим обжига и структура обожженных окатышей предопределяют восстановимость и качество конечной продукции. Качество окатышей начинает формироваться от минералогического состава руды, технологии обогащения и качества концентрата, шихтовых материалов и их количества, режимов окомкования и обжига.

На основе выполненного анализа, составлен перечень требований к качеству концентрата для производства окатышей, суть которых состоит в следующем**:**

– **крупность**; содержание фракции менее 0,045 мм должна находиться в пределах 92.5–93,5% для производства доменных окатышей и 93,5–95,5% для производства окатышей из высококачественного концентрата;

- **влажность**; нецелесообразна подача воды в гранулятор, так как в этом случае не обеспечивается равномерность сферичности окатышей, поэтому нижний предел влажности в концентрате следует ограничивать значением 9,5%, также важно, чтобы разброс значений показателя не превышал 0,2%;

- **температура начала и температурный интервал размягчения шихты**, теплофизические характеристики (теплоемкость, тепло– и температуропроводность); эти свойства на процесс получения сырых окатышей не влияют, но определяют режим их нагрева и параметры отдельных зон обжиговой машины;

- **содержание железа и кремнезема**; минимизировать массовую долю кремнезема в концентрате для производства доменных окатышей не выше 5,0%, а для производства металлизованных окатышей – не выше 2,5%; для стабилизации технологического режима необходимо, чтобы среднеквадратичные отклонения по содержанию железа не превышали

± 0,3% и по содержанию кремнезема ±0,2%.

– **минералогический состав руды**; ввиду установленных предпосылок к ухудшению комкуемости шихты оптимизировать массовую долю полуокисленных и талько–магнетитовых разностей до показателей, не более 0,5% и 20 %, соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулименко Е.И. Производство окатышей. М.: Металлургия, 1988.
2. Юсфин Ю.С., Базилевич Т. Н. Обжиг железорудных окатышей. М.: Металлургия. 1973. – 78с.
3. В.М. Абзалов, В. А. Горбачев и др. Соотношение процессов упрочнения и разупрочнения при обжиге железорудных окатышей.//И.В.Ч.М. 2001. №1.
4. Окомкование и подготовка материалов: технология и системы управления: монография/ В.Е.Мальцева, В.С.Селезнев, Д.М.Чукин. М.:Металлургиздат, 2023. – 524с
5. Горбачев В.А,. Шаврин А.В,. Ярошенко Ю.Г // И.В.Ч.М. №11, 2004г., М.: Металлургия. 1991. – 127с.
6. Сычева Н.А. Кривощеков Н.Н., Ожогина Е.Г. Влияние неоднородности минералов на обогатимость руд. Сборник материалов. YI Конгресс обогатителей стран СНГ. М., 2007, Т.2.С. 75–77.
7. Сычева Н.А. Технологические свойства железных руд скарново–магнетитового месторождения Кодинской группы Средне–Ангарского железорудного района // Материалы 4–ой Международной научной школы молодых ученых и специалистов. М.: ИПКОН РАН. 2007. С. 221–224.

8. Бережной Н.Н., Булычев В.В., Костин А.И. Производство железорудных окатышей. М., «Недра», 1977

9. Меламуд Г.И., Юрьев Б.П.. Исследование влияния термообработки на металлургические свойства качканарских окатышей.//Сталь,№12, 2000.

10.Лопатин Ю. Н. Упрочнение частично окисленных окатышей на основе исследования кинетики их окисления и напряженного состояния на границе магнетитовых и гематитовых зон. Дис. Канд. техн. наук. Свердловск. 1985. – 205 с.

11.Сталь на рубеже столетий. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. М: «МИСиС», 2001. – 664с.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА РЕЙСОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО КОЛИЧЕСВА САМОСВАЛОВ БЕЛАЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ

Мысливченко М.В., Кривоченков Ю.В., Толмачёв А.С., Игнатов А.А., студенты
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Тараненко М.Е.**
Губкинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (ГФ НИТУ «МИСИС»)

Целью данной работы является разработка и формирование оптимального профиля скоростей движения роботизированных самосвалов БелАЗ в условиях горных работ с целью минимизации простоев на этапах погрузки и разгрузки. Для достижения этой цели необходимо выполнить расчёты количества рейсов за 24 часа непрерывной работы при одновременном использовании 2, 3, 4 и 6 самосвалов, учитывая ограничения по одновременному нахождению техники в зонах погрузки и разгрузки, а также особенности работы бульдозера на отвале. [2]

В качестве параметров используются следующие характеристики: плечо перевозки составляет 3 км, допустимые скорости варьируются в зависимости от типа участка и состояния загрузки (ровный прямой участок — 12 м/с, подъём — 7 м/с, спуск — 7.5 м/с, и зоны погрузки и разгрузки — 6 м/с). Время разгрузки самосвала варьируется от 1 минуты 30 секунд до 2 минут, в то время как время, затрачиваемое на погрузку одним самосвалом, составляет от 2 до 3 минут. Также учитывается работа бульдозера на отвале, который осуществляет постоянную очистку отвала, вводя дополнительные затраты времени в течение 3 минут на один рейс. [3]

Работа выполняется с базовой моделью роботизированного карьерного самосвала серии 7558 и фронтальным погрузчиком серии 7825, обеспечивая эффективную транспортировку вскрыши по заранее установленным маршрутам. [4]

В начале решения допустимые скорости по участкам при движении переводим в метры в минуту: на ровном прямом участке скорость составляет 12 м/с, что эквивалентно 720 м/мин. Подъём для грузового самосвала ограничен 7 м/с (420 м/мин), спуск — 7,5 м/с (450 м/мин), а в зоне погрузки и разгрузки скорость снижена до 6 м/с (360 м/мин).

Маршрут “Зона погрузки–Отвал” был разбит на 9 интервалов(рис.1), и для каждого участка рассчитано время движения на основе расстояний и установленной скорости.

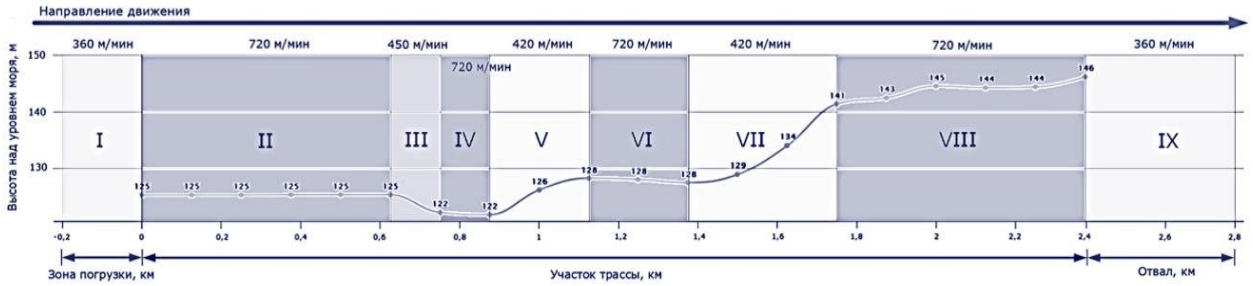


Рис. 1 – Карта маршрута “Зона погрузки–Отвал”

Расчеты времени на участках включают:

- Участок I: 200/360=0,56 мин
- Участок II: 620/720=0,86 мин
- Участок III: 120/450=0,27 мин
- Участок IV: 120/720=0,17 мин
- Участок V: 260/420=0,62 мин
- Участок VI: 260/720=0,36 мин
- Участок VII: 370/420=0,88 мин
- Участок VIII: 650/720=0,90 мин
- Участок IX: 400/360=1,11 мин

Итоговое время движения по маршруту "Зона погрузки — Отвал" составляет 0,56+0,86 +0,27+0,17+0,62+0,36+0,88+0,90+1,11=5,73 минуты.

На маршруте "Отвал – Зона погрузки" также выделено 9 интервалов (рис.2).



Рис. 2 – Карта маршрута "Отвал – Зона погрузки"

Время прохождения каждого участка рассчитывается в минутах исходя из данных о расстоянии и установленных скоростях:

- Участок IX: 400/360=1,11 мин
- Участок VIII: 650/720=0,90 мин
- Участок VII: 370/450=0,82 мин
- Участок VI: 260/720=0,36 мин
- Участок V: 260/420=0,58 мин
- Участок IV: 120/720=0,17 мин
- Участок III: 120/450=0,27 мин
- Участок II: 620/720=0,86 мин
- Участок I: 200/360=0,56 мин

Итоговое время движения по маршруту «Отвал – Зона погрузки» составляет 5,63 минуты.

Общий цикл “Зона погрузки – Отвал – Зона погрузки”: загрузка занимает 2–3 минуты, а движение в одну сторону — 5,63 минуты. Разгрузка занимает 1,5–2 минуты.

Таким образом, общее время цикла (без учета времени на очистку) равно (2–3)+5,73+(1,5–2)+5,63=(14,68–16,36) минут, а с учетом очистки — (2–3)+5,73+(1,5–2)+3+5,63=(17,68–19,36) минут.

Вариант 1 – Без затрат на очистку

В данном варианте анализируются исходные данные для расчета количества рейсов. Узким звеном является этап загрузки, который в среднем занимает 2,5 минуты. Итоговое время цикла без затрат на очистку составляет 15,61 минуты.

Для определения количества машин в цикле без простоев результаты делятся: 15,61 минуты (время цикла) на 2,5 минуты (время загрузки), что дает 6,244 машины, округляя до оптимума – 6 машин.

Расчет количества рейсов показывает следующую эффективность:

- 1 самосвал: около 4 рейсов в час, если ужаться (60/15,61=3,84) что за сутки составляет 4*24=96 рейсов.
- 2 самосвала: 2*4*24–1=191 рейс в сутки.
- 3 самосвала: 3*4*24–2=286 рейсов в сутки.
- 4 самосвала: 4*4*24–3=381 рейс.
- 5 самосвалов: 5*4*24–4=476 рейсов.
- 6 самосвалов: 6*4*24–5=571 рейс (максимум).
- 7 самосвалов: 6*4*24–5571 рейс.
- 8 самосвалов: 6*4*24–5571 рейс.

Вариант 2 – С очисткой бульдозером

Во втором варианте также рассматриваются исходные данные для расчета количества рейсов. Узким звеном является не только этап разгрузки (1,75 минуты), но и этап очистки (3 минуты). Итоговое время цикла составит 18,61 минуты.

Количество машин в цикле без простоев рассчитывается аналогичным образом: 18,61 минуты делится на 4,75 минуты (время загрузки и очистки), что составляет около 3,9 машины. Оптимальное количество машин – 4.

Расчет количества рейсов показывает:

- 1 самосвал: около 3 рейсов в час, если ужаться (60/18,61=3,22) что за сутки составит 3*24=72 рейса.
- 2 самосвала: 2*3*24–1=143 рейса в сутки.
- 3 самосвала: 3*3*24–2=214 рейсов в сутки.
- 4 самосвала: 4*3*24–3=285 рейсов в сутки(максимум).
- 5 самосвала: 4*3*24–3=285 рейсов в сутки.
- 6 самосвала: 4*3*24–3=285 рейсов в сутки.

Оптимальное количество машин в данном варианте – 4, и они будут работать без простоев, что повышает общую производительность.

В заключение, успешная реализация предложенных технических решений позволит значительно повысить эффективность работы самосвалов. Проведенные расчеты показывают оптимальное количество самосвалов для двух рассматриваемых вариантов: шесть машин обеспечивают максимальную производительность без затрат на очистку, тогда как четыре машины оптимальны при проведении очистки на отвале бульдозером. Также в процессе анализа были определены профили скоростей движения, что способствует минимизации простоев при загрузке и разгрузке. Эти достижения создают основу для комплексного подхода к повышению производительности и эффективности эксплуатации техники БелАЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов И.И. Технология горных работ и транспорт в карьерах. – М.: Недра, 2018. – 320 с.
2. Петров А.В. Автоматизация и роботизация карьерной техники. – СПб.: Горная книга, 2020. – 256 с.
3. Сидоров В.П. Оптимизация транспортных процессов в горном производстве. – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – 280 с.
4. Кузнецов Н.Н. Управление движением и эксплуатация самосвалов БелАЗ. – Минск: Белорусская наука, 2021. – 300 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЕЕ ЗАЛЕГАНИЯ

Новоточинов А.П., аспирант, **Рогалев Г.И.,** студент
Научные руководители – старший преподаватель **Сурков В.П.,**
к.т.н., доцент **Федина В.В.,**
старший преподаватель **Лукьянов И.Е.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»).

Нашу планету окружает магнитное поле, которое является одним из самых защищенных и сложных полей в солнечной системе. Оно играет важную роль в поддержании жизни на Земле. Это поле не только защищает нас от опасных солнечных ветров и космических лучей, но и играет решающую роль в создании атмосферы нашей планеты и в поддержании жизни многих живых организмов на ней.

Величину проекции индукции земного магнитного поля B на горизонтальную плоскость называют горизонтальной составляющей магнитного поля Земли $B_{гор}$. Направление этой составляющей принимается за направление магнитного меридиана, а вертикальную плоскость, проходящую через него, называют плоскостью магнитного меридиана [1]. Если магнитная стрелка может свободно вращаться лишь вокруг вертикальной оси, то она будет устанавливаться под действием горизонтальной составляющей магнитного поля Земли в плоскости магнитного меридиана. Это свойство магнитной стрелки используется в данной работе для определения $B_{гор}$ с помощью тангенс–гальванометра.

Компоненты магнитного поля Земли на поверхности планеты меняются в следующих пределах: полный вектор индукции магнитного поля B_0 от 62 до 73 мкТл, горизонтальная составляющая B_0 от 0 до 41 мкТл.

На магнитное поле Земли влияют местные аномалии, связанные с намагниченностью горных пород, слагающих земную кору. В итоге поле Земли имеет сложную конфигурацию – добавляются поля неоднородных материковых плит, магнитных аномалий верхней части земной коры (в районе Курской магнитной аномалии поле B_0 достигает 200 мкТл), внеземные магнитные поля. На постоянное поле B_0 накладываются также более слабые ($<0{,}02\ B_0$) переменные поля различной природы.

Переменная составляющая магнитного поля Земли сильно зависит от солнечного ветра – потока заряженных частиц, создаваемых активными процессами на Солнце. Замкнутые линии магнитного поля Земли являются геомагнитной ловушкой для заряженных частиц, образующих радиационные пояса Земли. Во время магнитных бурь переменная составляющая магнитного поля Земли может изменяться до 1 мкТл, что существенно влияет на показания компаса в высоких широтах [2].

Предполагается, что главным источником магнитного поля являются конвективные движения электропроводящего вещества в жидком ядре Земли. Разработанной количественной теории геомагнитного поля в настоящее время не существует. Затруднения связаны как с недостатком сведений об источниках энергии, возбуждающих конвективное движение в ядре Земли, так и с математическими трудностями решения полной системы уравнений магнитной гидродинамики [3].

В данной работе были проведены исследования с целью изучения влияния аномалий на магнитное поле Земли. Было решено экспериментально определить горизонтальные составляющие величины индукции магнитного поля в некоторых местах КМА, и сравнить их с вероятными значениями $B_{гор}$ магнитного поля для нашей широты. Район исследования выбирали приблизительно вдоль 51 град. северной широты и 36–38 град. восточной долготы. Это дает возможность определить не только влияние аномалий на поле Земли, но и определить возможные границы залегания руды вдоль этой широты в Белгородской области. При выборе границ района исследования, учитывались следующие факторы. В Белгородской области

бассейн КМА расположен между 36–38 град. восточной долготы и 50–51 град. северной широты. Измерения проводились западнее Юго–западной полосы КМА (западная граница) – район г. Красная Яруга; в местах расположения пластов с наибольшим содержанием железистых кварцитов – г. Губкин, г. Старый Оскол; восточнее Северо–восточной полосы КМА (восточная граница) – район села Шаталовка (граничит с Воронежской областью).

В каждой точке на поверхности Земли вектор индукции магнитного поля имеет определённую величину и направление. Индукцию магнитного поля Земли $\mathbf{B_з}$ представляют суммой горизонтальной $\mathbf{B_{гор}}$ и вертикальной $\mathbf{B_{вер}}$ составляющих: $\mathbf{B_з = B_{гор} + B_{вер}}$. Направление горизонтальной составляющей принимается за направление магнитного меридиана. Это и есть то направление, которое указывает стрелка компаса [4]. Величину $B_{гор}$ можно найти, используя тангенс–гальванометр, собранный на кафедре Физики и химии СТИ НИТУ «МИСИС».

Экспериментальная установка состоит из прибора, названного тангенс–гальванометром, источника постоянного тока и амперметра. Принципиальная электрическая схема установки представлена на рис. 1.

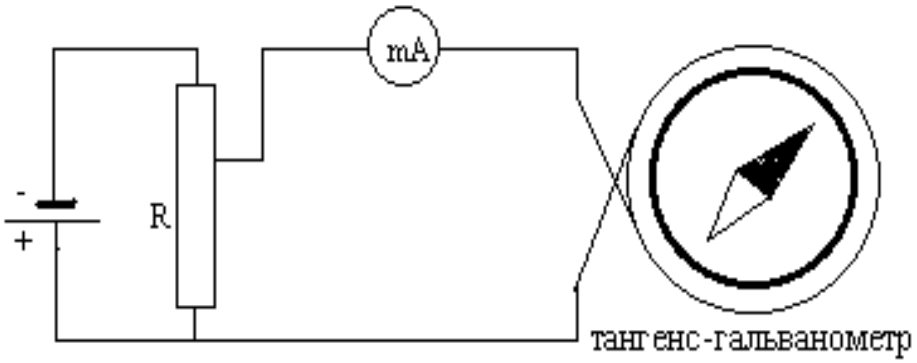


Рис. 1 – Принципиальная электрическая схема установки

Для более точного определения среднего значения $B_{гор}$ было решено изготовить катушку из медного провода с тремя обмотками. Это дает возможность, имея один прибор, работать как с тремя тангенс–гальванометрами. Диаметр провода D = 1 мм. Количество витков $N_1 = 35$, $N_2 = 70$, $N_3 = 44$. Средний диаметр обмоток $D_1 = 15{,}6$мм, $D_2 = 16{,}2$ мм, $D_3 = 16{,}6$ мм соответственно. Тангенс–гальванометр (рис. 2) состоит из тонкой катушки 1, на которой намотано N витков медного провода. Катушка вертикально закреплена на подставке 3, на которой в центре катушки установлена буссоль 2. Буссоль представляет собой прибор, в котором на острие иглы установлена магнитная стрелка. Под стрелкой находится шкала, по которой производится отсчет угла поворота стрелки с точностью до одного градуса.



Рис. 2 – Тангенс–гальванометр

Принцип работы тангенс–гальванометра заключается во взаимодействии магнитного поля катушки с магнитным полем Земли. В центре катушки при прохождении тока возникает магнитное поле, индукция которого [3]

$$B_к = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot R}, \qquad (1)$$

где R – средний радиус обмотки.

Поворотом катушки около вертикальной оси можно добиться совмещения плоскости катушки с плоскостью магнитного меридиана (направление магнитной стрелки). Если по катушке пропустить ток I, то возникает магнитное поле с индукцией $B_к$, направленное перпендикулярно к плоскости катушки. Таким образом, на магнитную стрелку будут действовать два взаимно перпендикулярных магнитных поля: магнитное поле Земли и магнитное поле тока. На рис. 3 изображена сумма двух векторов $B_к$ и $B_{гор}$. Здесь $B_к$ – вектор магнитной индукции поля, созданного круговым током, $B_{гор}$ – горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли. Стрелка устанавливается по направлению равнодействующей B, т.е. по диагонали параллелограмма, сторонами которого будут векторы индукции магнитного поля катушки $B_к$ и $B_{гор}$, тогда

$$B_к = B_{гор} \cdot \mathrm{tg}\alpha . \qquad (2)$$

Из формул (1) и (2) получим

$$B_{гор} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot R \cdot \mathrm{tg}\alpha} \qquad (3)$$

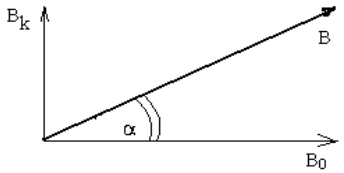


Рис. 3 – Векторная диаграмма

Вначале проведения эксперимента плоскость витков катушки совмещается с осью стрелки компаса. Далее катушка подключается к источнику питания В–24, и, регулируя силу тока в пределах от 0,055А до 0,266А (в зависимости от числа витков и места проведения измерений), добиваются отклонения стрелки компаса на 45^0. При таком угле поворота стрелки tg45=1, а индукция горизонтальной составляющей будет равна индукции магнитного поля катушки с током и точность измерения величины будет максимальной. Значения силы тока I в катушке определяется амперметром с ценой деления 0,005 А. Диаметр витков катушки

определяется с помощью штангенциркуля с ценой деления 0,1мм. Вычисление горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли производилось по формуле (3). Всего было проведено четыре серии измерений на трех обмотках катушки тангенс–гальванометра в г. Красная Яруга, в г. Губкин, в г. Старый Оскол и в с. Шаталовка. По результатам серии опытов были найдены средние значения $B_{гор}$ для ранее определенных мест КМА и предполагаемых границ ее залегания. Результаты измерений и вычислений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований индукции магнитного поля Земли

№	Сопротивление реостата r, Ом	Сила тока в цепи катушки I, А	Угол поворота стрелки компаса, град	Число витков в катушке N, шт	Диаметр витков катушки D, м	Горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли $B_{гор}$, мкТл
г. Красная Яруга западнее Юго–западной полосы КМА (западная граница)						
1	30	0,146	45	35	0,156	41,1
2	30	0,148	45	70	0,160	41,3
3	30	0,128	45	44	0,166	36,14
ср						39,51
г. Губкин						
1	30	0,266	45	35	0,156	75,09
2	30	0,136	45	70	0,160	75,82
3	30	0,228	45	44	0,166	75,02
ср						75,32
г. Старый Оскол – места расположения пластов с наибольшим содержанием железной руды						
1	30	0,205	45	35	0,156	57,76
2	30	0,105	45	70	0,160	58,32
3	30	0,175	45	44	0,166	57,71
ср						57,93
с. Шаталовка восточнее Северо–восточной полосы КМА (восточная граница)						
1	30	0,110	45	35	0,156	31,00
2	30	0,055	45	70	0,160	30,22
3	30	0,090	45	44	0,166	29,93
ср						30,77

Анализируя полученные данные и, учитывая, что вероятные значения $B_{гор}$ магнитного поля Земли для нашей широты находятся в интервале от 25 до 41 мкТл можно сделать следующие выводы. Выбранный метод позволяет определить не только влияние аномалий на магнитное поле Земли – г. Губкин $B_{гор}$ = 75.32 мкТл и г. Старый Оскол $B_{гор}$ = 57,93 мкТл, что больше вероятных значений $B_{гор}$ в 1,8 и в 1,4 раза соответственно, но и определить возможные границы залегания КМА; западная г. Красная Яруга – $B_{гор}$ = 39,51 мкТл, восточная с. Шаталовка – $B_{гор}$ = 30,77мкТл, что соответствует интервалу от 25 до 41 мкТл.

В ходе проведения работы были решены основные практические задачи: создана установка для изучения магнитного поля Земли, экспериментально определена горизонтальная составляющая вектора магнитной индукции магнитного поля Земли, проанализированы факторы, влияющие на магнитное поле Земли, приблизительно определены границы залегания КМА в выбранном нами районе по 51грд. Северной широты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 тт. Т.2. Электричество и магнетизм: Учебное пособие. 5/е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 352 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. 4–е изд., испр. – М.: Высш. шк. , 2002. – 718 с.

3. Трофимова Т.И. Физика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Т.И. Трофимова. – 2–е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 352 с. – (Сер. Бакалавриат).

4. Чечерников В.И. Магнитные измерения: [Учеб. пособие для ун–тов] / Под ред. проф. Е. И. Кондорского. – 2–е изд., доп. и перераб. – Москва : Изд–во Моск. ун–та, 1969. – 387 с. : ил.

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К КОВШУ ЭКСКАВАТОРА VOLVO EC290BLC ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Плешков В.А., Дурдин А.С., студенты,
Научный руководитель – к т.н., доцент **Терехин Е.П.**
Губкинский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (ГФ НИТУ «МИСИС»)

История разработки огнеупорных глин Боровичско–Любытинского месторождения датируется 1857 годом, когда Эммануил Нобель построил первый Боровичский завод для приготовления огнеупорных кирпичей. Сегодня разработкой Боровичско–Любытинского месторождения Новгородской области занимается АО «Боровичский комбинат огнеупоров» (БКО).

Основная деятельность БКО сосредоточена в производстве высококачественной формованной и неформованной огнеупорной продукции, а также в производстве алюмосиликатных пропантов [1]. Потребность в высококачественном сырье для производства огнеупорной продукции обеспечивает структурное подразделение «Окладнево» представленное участками Окладнево и Малиновец.

В последние годы на участке Окладнево наблюдается снижение мощности пласта, добываемого полезного ископаемого, что повышает требования к однородности глины и увеличивает себестоимость его разработки. Одной из возможных причин возникновения брака огнеупорной продукции является засорение добытых вторичных каолинов пустой породой, содержащей в себе каменистые или железосодержащие включения (рис. 1). Поэтому определение метода и средств для щадящей зачистки кровли полезного ископаемого при разработке тонких пластов является весьма актуальной задачей [2].



Рис. 1 – Брак продукции, вызванный попаданием каменных и железосодержащих включений

Целью данной работы является снижение эксплуатационных потерь полезного ископаемого в кровле пласта и сохранение чистоты полезного компонента огнеупорных глин. Для достижения этой цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Провести обзор и анализ методов зачистки кровли залежи огнеупорных глин на участках Окладнево и Малиновец.
2. Разработать узкоспециализированную насадку на ковш экскаватора Volvo EC290BLC.
3. Рассчитать прочностные и режимные характеристики при работе ковшом с насадкой.
4. Определить экономическую эффективность технического решения.

Выемка основной толщи пустых пород, покрывающих огнеупорные глины, выполняется экскаваторами ЭШ–10/70. Невозможность полного изъятия пустой породы обусловлена вероятностью выемки полезного ископаемого из тонкого пласта вместе с пустой

породой и перемещением его в отвал. Во избежания возникновения таких ситуаций, машинисты ЭШ–10/70 оставляют до полуметра пустых пород над кровлей огнеупорных глин. Это обуславливает необходимость проведения довскрытия полезного ископаемого перед проведением добычных работ [3].

Для снятия пустых пород, покрывающих кровлю полезного ископаемого, используются экскавационные машины: роторный экскаватор модели ЭР–100, бульдозер Т–25.01 ЯБР–1 и гидравлический экскаватор Volvo EC290BLC (рис. 2).



Рис. 2 – Роторный экскаватор и бульдозер на финальных вскрышных работах

Исходя из анализа достоинств и недостатков применяемой техники для отделения пустых пород от кровли огнеупорных глин, можно сказать, что наиболее эффективным из доступных способов, является применение гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата, который с помощью своего манипулятора наиболее точно копирует пласт месторождения волнообразной структуры (рис. 3).

Единственным недостатком проведения работ гидравлическим экскаватором являются потери в кровле полезного ископаемого из–за многократного заглубления коронок зубьев ковша в пласт вторичных каолинов в процессе отделения пустых пород.



Рис. 3 – Повреждение пласта вторичных каолинов зубьями ковша экскаватора

Для решения этой проблемы необходимо рассмотреть вариант создания сплошной режущей кромки ковша.

Конструкция представляет собой насадку, изготовленную из стали марки 10ХСНД толщиной 15 мм, которая надевается поверх зубьев на ковш экскаватора (рис. 4). Упором при проведении работ служат зубья ковша заключенные в нише насадки и две стальных пластины с прорезью по середине, приваренных к внутренней части стального листа, которые выполняют роль центровки при одевании на режущую кромку ковша.

Достоинством данной насадки является простое и недорогое изготовление, отсутствие необходимости применения сменного ковша–планировщика, простота установки и снятия.

Для монтажа и снятия с ковша машинист экскаватора не нуждается в помощнике и тяжелом физическом труде. Процесс снятия и установки осуществляется при помощи рабочего органа экскаватора. Машинисту необходимо вставить рабочую поверхность ковша в

нишу, предназначенную для зубьев. В качестве направляющих служат две стальных пластины с прорезью в середине, приваренных к внутренней части накладки.

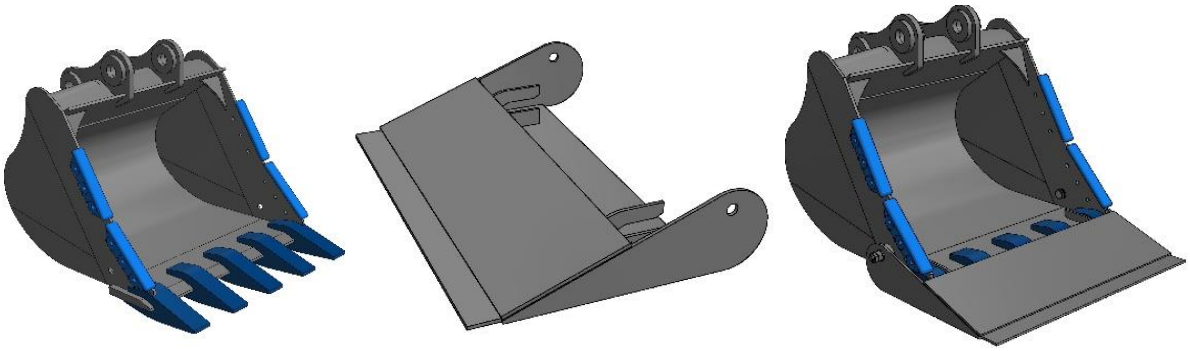


Рис. 4 – 3D модель ковша Volvo EC290BLC с зубьями и насадкой

Для определения работоспособности конструкции необходимо сравнить усилие копания при использовании ковша с зубьями и с насадкой, а также провести прочностные расчеты.

При определении усилия резания применяем формулу А. Н. Зеленина [4]:

$$F = 10 \cdot C \cdot h^{1,35} \cdot (1 + 2,6l) \cdot (1 + 0,0075a) \cdot z,$$

где С – количество ударов динамического плотномера;

$h^{1,35}$ –толщины стружки, см;

l – длина режущей кромки, м;

α – угол резания, град;

z – коэффициент, учитывающие положение зубьев.

Расчет усилия резания при работе ковшом без насадки.

$$F = 10 \cdot 25 \cdot 77 \cdot (1 + 2,6 \cdot 1,65) \cdot (1 + 0,0075 \cdot 40) \cdot 0,8 = 105\,906 \text{Н}$$

Сравним полученные значения с паспортными данными:

105,9кН<166кН – не превышает паспортные значения.

Расчет усилия резания при работе ковшом с насадкой.

$$F = 10 \cdot 25 \cdot 77 \cdot (1 + 2,6 \cdot 1,65) \cdot (1 + 0,0075 \cdot 40) = 132\,382 \text{Н}$$

132,4кН<166кН – не превышает паспортные значения.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что усилие копания при использовании насадки увеличивается на 20%, однако, расчетное усилие не превышает паспортные данные, что позволяет использовать насадку при зачистных работах на ковше экскаватора.

При встрече ковша экскаватора с препятствием, гидроцилиндр рукояти развивает большое усилие и если его не хватает, включается в работу цилиндр поворота ковша, максимальное усилие которого больше первого. Сила на кромке насадки ковша W при упоре в непреодолимое препятствие тоже будет иметь максимальное значение, поэтому необходимо проверить прочность конструкции во избежание поломок (рис. 5).

Условие прочности на изгиб:

$$\sigma_{max} = \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma]$$

где M_x – изгибающий момент, кН·м, который с учетом неравномерности передачи нагрузки на зубья $к_н$=1,4 равен:

$$M_x = к_н \cdot W \cdot r = 1,4 \cdot 193,5 \cdot 0,5 = 135,45 \text{ кН·м},$$

W_x – момент сопротивления сечения изгибу, который можно представить как сумму моментов коробчатого сечения насадки ($W_{x\,кор}$) и квадратного сечения зуба ($W_{x\,зуба}$).

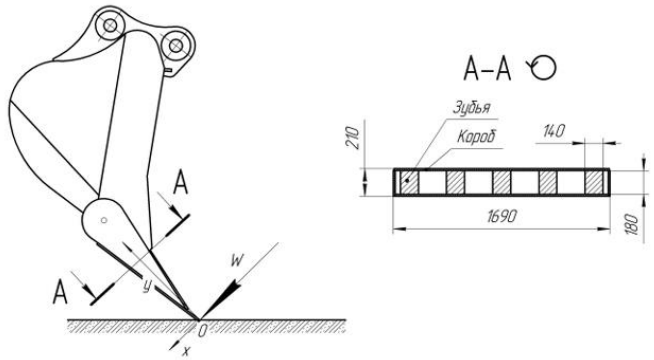


Рис. 5 – Схемы для определения прочности насадки

Коробчатое сечение насадки из 15мм листа габаритными размерами 1690×210 мм имеет $W_{x\,кор}$=4739·10^3 мм^3, а квадратное сечение зуба $W_{x\,зуба}$=588·10^3 мм^3, тогда:

$$W_x = W_{x\,кор} + 5 \cdot W_{x\,зуба} = 4739 \cdot 10^3 + 5 \cdot 588 \cdot 10^3 = 7678 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

С учетом допускаемого напряжения $[\sigma_и]$=200МПа, получим:

$$\sigma = \frac{135{,}45 \cdot 10^6}{7678 \cdot 10^3} = 18МПа < [\sigma_и] = 200МПа.$$

Конструкция с большим запасом прочности выдерживает нагрузки, которые развивает гидроцилиндр поворота ковша при упоре насадки в препятствие.

После изготовления опытного образца были произведены его испытания в карьере (рис.6). В процессе эксплуатации насадка ковша обеспечивала качественное и бережное отделение пустых пород от залежи вторичных каолинов. Работая насадкой как скребком, машинист экскаватора добивается недоступного ранее качества очистки кровли полезного ископаемого.

За счет применения единой режущей поверхности происходит сокращение действий экскаваторщика на единицу зачищаемой площади, при этом часть огнеупорных глин не снимается вместе с зачищаемым слоем, что в свою очередь ведет к сохранению кровли пласта и более полной его выемке.



Рис. 6 – Испытания ковша с насадкой на участке Малиновец

Для оценки экономической эффективности данного предложения необходимо определить затраты на изготовление предлагаемого изделия и сравнить их с расчетной выгодой. Затраты складываются из изготовления конструкции и инжиниринга РКД:

169400 + 67 760 = 237 160 руб.

Экономическая эффективность рассчитывалась из условия, что применение насади ковша при доработке вскрыши поможет сохранить целостность 5см качественной глины. Результаты экономических расчетов

Таблица 1– Результаты расчета экономической эффективности

Наименование	Зачистка ковшом без насадки	Зачистка ковшом с насадкой	Отклонение
Месячный план, $м^2$	4500	4500	0
Мощность пласта, м	1,9	1,95	0,05
Плотность глины, $т/м^3$	1,95	1,95	0
Годовой объем, т/год	200 070	205 335	5 265
Затраты на реализацию, руб.	0	237 160	237 160
Прибыль о реализации, руб./год	200 070 000	205 335 000	5 265 000
Экономическая эффективность, руб./год			5 027 840

Модернизация ковшей экскаваторов позволит щадящим способом обнажать пласт высококачественной глины волнообразной структуры, что снизит количества брака продукции, вызванного попаданием каменных и железосодержащих включений.

Экономический эффект от внедрения предложения составит более 5,0 млн рублей в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюкевич Ю. Г., Ларионов П. С Технологические особенности производства и оценка основных эксплуатационных свойств пропантов, применяемых при добыче нефти и газа методом гидравлического разрыва пласта // Стекло и керамика. 2020. Т. 93, № 12. С. 27–33.

2. Девяшина Лариса Павловна. Алюмосиликатные керамические пропанты на основе глиносодержащего сырья: диссертация ... кандидата технических наук: 05.17.11 / Девяшина Лариса Павловна; [Место защиты: Нац. исслед. Том. политехн. ун–т]. – Томск, 2017. – 191 с.

3. Ракишев Б. Р. Технологические комплексы открытых горных работ: Учебник. – Ал маты, 2015. – 285 с.

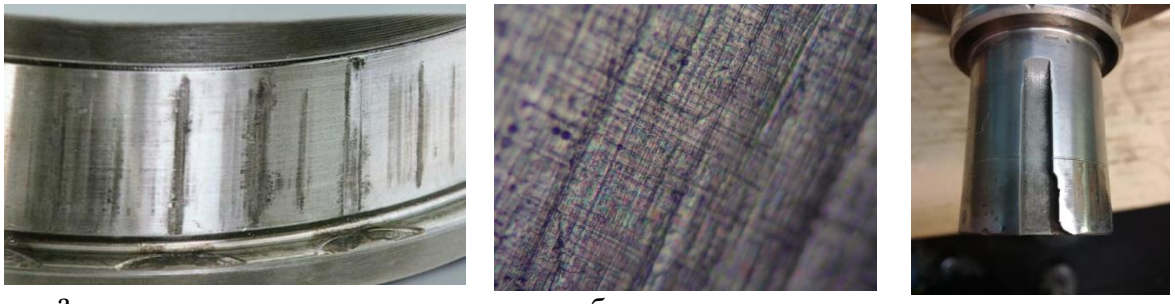
4. Машины для земляных работ: Учебник для студентов вузов по специальности «Подъемно–транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»/Д. Я. Волков, В. Я. Крикун, П. Е. Тотолин и др.; под общ. ред. Д. П. Волкова. — М.: Машиностроение, 1992 — 448 с.: ил. ISBN 5–217–01973–5 76

СЕКЦИЯ 3 «МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

ПРОЕКТ СЪЕМНИКА ДЛЯ ДЕМОНТАЖА КОЛЕСА РОТОРНОГО ЗАБОРЩИКА

Леонов С.Д., Болотских А.С., студенты
Научный руководитель – к.т.н., **Владимиров А.А.,** к.т.н., **Шаповалов А.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Эксплуатация оборудования горнодобывающей промышленности характеризуется экстремальными режимами нагружения. Запыленность, ударные и динамические нагрузки высокая абразивность рабочей среды и т. д. приводят к существенному сокращению периода работы деталей оборудования. Наиболее уязвимые участки, подверженные износу – места посадочных соединений валов, подшипников, колес, шестерней. Вследствие малых колебательных перемещений контактирующих поверхностей возникает фреттинговый износ, наличие пыли и прочих загрязнений приводит к возникновению абразивного износа. Под действием высоких нагрузок детали оборудования могут испытывать смятие.



а б в

Рис.1 – износ и деформация испытываемая оборудованием: а – фреттинговый износ, б – абразивный износ, в – смятие

Интенсивное изнашивание поверхностей деталей приводит не только к ухудшению физических и механических свойств, но и к потере исходной геометрии деталей. Одним из видов данного дефекта является изменение характера посадки, что значительно осложняет работы по ремонту или замене поврежденного узла и, как следствие, увеличивает время простоя оборудования. Возникает потребность в использовании различных приспособлений и привлечении крупногабаритной техники.

Одним из частных случаев вышеописанной проблемы является изменение посадки колеса на валу роторного заборщика. В данной работе рассматривается специальный съемник для демонтажа вала роторного заборщика с использованием гидро–домкрата.

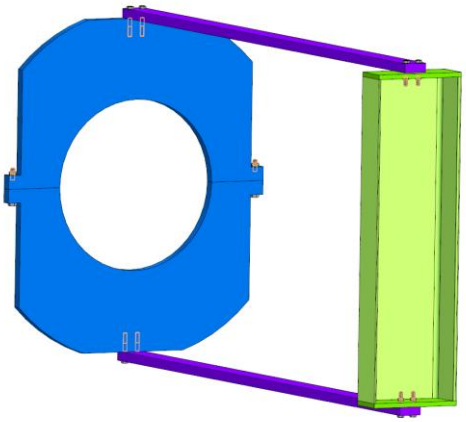


Рис. 2 – Внешний вид съемника

Конструкция съемника представляет собой: два полукольца соединённых между собой болтами М10; две полосы, соединенные с передней балкой и полукольцами, с помощью болтов М8; передняя балка, изготовленная из швеллера У20 и двух листов 76х200.

Габаритные размеры съемника составляют 1325х620х770, а его масса 78,7 кг.

В ходе проектирования были произведены соответствующие расчеты конструктивных элементов на прочность [1]. Полученные результаты запасов прочности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов на прочность

Конструктивный элемент	Вид нагрузки		
	Срез	Растяжение	Изгиб
Болт М10	2,75	–	1,3
Болт М8	3,5	–	–
Продольная балка	–	66,3	–
Передняя балка	–	–	1,7

В качестве силового привода будет использован гидравлический домкрат ДГ20–300Г вместе с гидравлической станцией ЭГНС–7070/М2. В таблице 2 и таблице 3 приведены их характеристики.

Таблица 2 – Технические характеристики гидро–домкрата

Грузоподъемность, т	Габаритные размеры, мм	Длина хода штока, мм	Масса, кг
20	80х80х440	300	15

Таблица 3 – Технические характеристики гидравлической станции

Масляное давление, бар	Габаритные размеры, мм	Рабочая жидкость	Масса, кг
700	440х270х360	Всесезонное гидравлическое масло ВМГЗ	30

Специальный съемник устанавливается в следующем порядке:

Собрать полукольца на валу роторного заборщика

Устанавливаются поперечные полосы к полукольцам

Устанавливается передняя балка

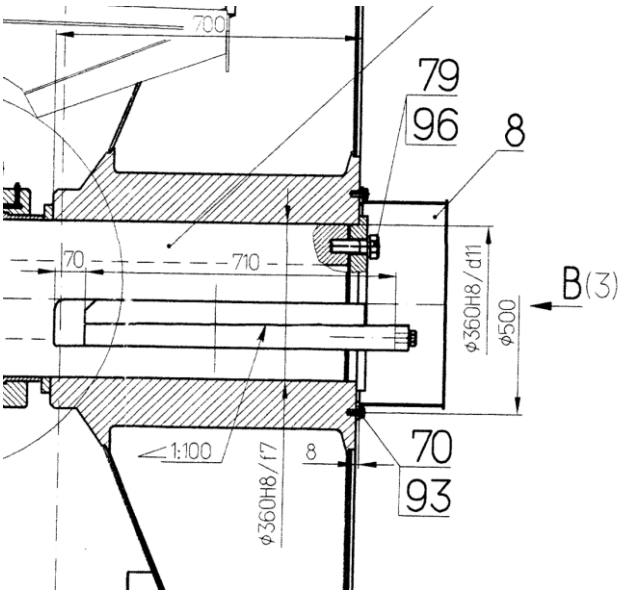
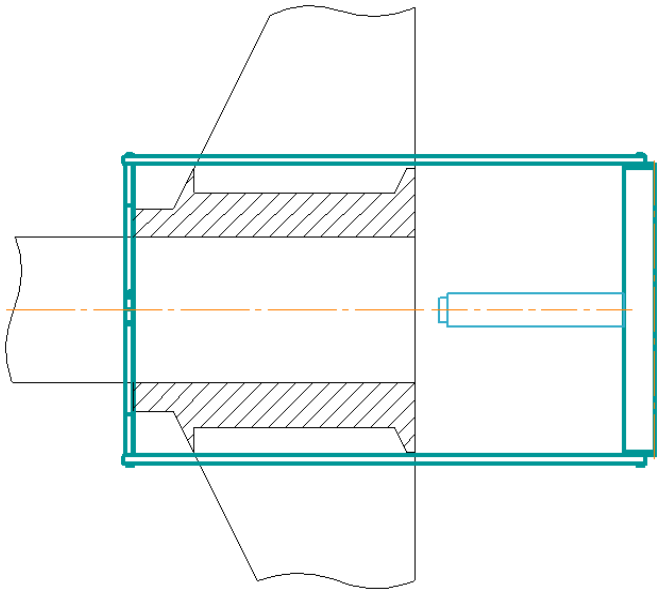


Рис. 3 – Посадка колеса на вал


Рис. 4 – Схема использования приспособления

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев, В.И. Сопротивление материалов с примерами расчетов. Расчет на прочность и жесткость стержневых конструкций. Прямой изгиб / В.И. Авдеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2020.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МАТЕРИАЛОВ К ГИДРОАБРАЗИВНОМУ ИЗНОСУ

Скрипцов Д.Р., Козлов И.Ю., студенты
Научный руководитель – к.т.н., **Владимиров А.А.,** к.т.н., **Шаповалов А.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В машиностроительной отрасли постоянно возрастает степень требований к долговечности и надежности деталей оборудования, работающих в условиях интенсивного износа. Одним из наиболее распространенных видов износа, особенно в технологических установках, является гидроаброзивный износ, возникающий при воздействии абразивных частиц, перемещаемых потоком жидкости.

Изучение закономерностей и механизмов процесса изнашивания имеет важное практическое значение для разработки новых материалов с повышенной износостойкостью и оптимизации параметров технологических процессов. В связи с этим, проблема адекватной оценки устойчивости материалов к гидроабразивному воздействию остается актуальной.

Данная статья – продолжение идеи, описанной в работе [1].

Проектирование привода проводилось в несколько этапов:

Подбор мотор–редуктора;

Создание кинематической схемы установки;

Проектный, проверочный расчеты цепной передачи;

Расчет усилий и напряжений в исполнительном механизме установки;

Расчет и подбор шпонок, шпоночных пазов;

Выбор подшипников;

Проектирование вспомогательных конструктивных элементов.

Рассмотрим каждый этап в отдельности.

Подбор мотор–редуктора. В ходе проектирования установки был сделан выбор в пользу червячного мотор–редуктора. Для редукторов данного типа характерны следующие особенности:

а) Возможность монтажа в различных положениях;

б) Компактность, простота установки;

в) Высокая устойчивость к перегрузкам.

Из каталога [2, 3] выбран червячный мотор–редуктор NMRV 063. Параметры: мощность двигателя P = 2,2 кВт; частота вращения выходного вала n = 373,3 об/мин; крутящий момент T = 51 Нм; передаточное число i = 7,5.

Высокое значение крутящего момента обеспечивает универсальность работы установки в средах с различной концентрацией и плотностью жидкой и твердой фазы. Возможность монтажа мотор–редуктора в различных положениях упрощает процесс проектирования, позволяет уменьшить габариты и массу приводной части установки, т. к. отсутствует необходимость использовать дополнительное оборудование для передачи крутящего момента.

Создание кинематической схемы установки. На рисунке 1 представлена кинематическая схема привода установки.

Крутящий момент передается на ведомый вал с помощью цепной передачи. Преимущества данного решения:

1) Высокие прочность, долговечность; отсутствие проскальзывания;

2) Более высокий КПД, в сравнении с ременными передачами;

3) Эффективность при передаче больших крутящих моментов;

4) Удобство в эксплуатации, ремонте; большая доступность.

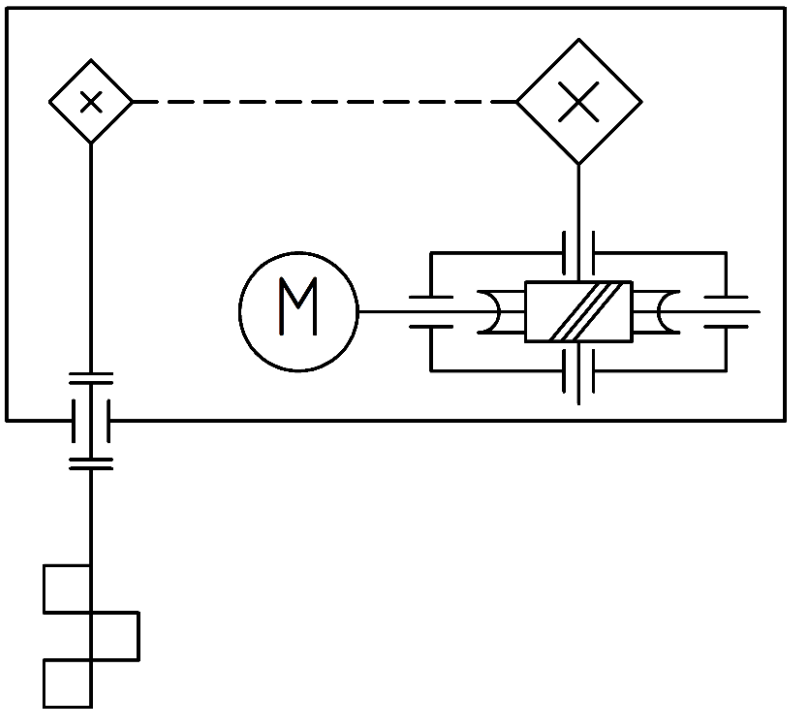


Рис. 1 – Кинематическая схема привода

Проектный, проверочный расчеты цепной передачи. Проектный расчет цепной передачи проводился в соответствии с указаниями пособия [4]. Для данной работы выполнен расчет для двух режимов работы установки: для обеспечения частоты вращения ведомого вала 900 и 300 об/мин. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета цепной передачи

Частота вращения ведомого вала, об/мин	Ведущая звездочка			Ведомая звездочка			Шаг звеньев цепи, мм	Число звеньев цепи	Коэффициент запаса прочности цепи
	Частота вращения, об/мин	Крутящий момент, Нм	Число зубьев	Частота вращения, об/мин	Крутящий момент, Нм	Число зубьев			
300	373,3	51	27	300	60,9	33	19,05	94	31,21
900	373,3	51	64	900	20,3	29	12,7	142	28,59

Расстояние между осями вращения ведомого и ведущего валов из конструктивных соображений принято равным 600 мм.

Расчет усилий и напряжений в исполнительном механизме установки. Рассмотрим схему крепления ведомого вала и сменной державки (рисунок 2).

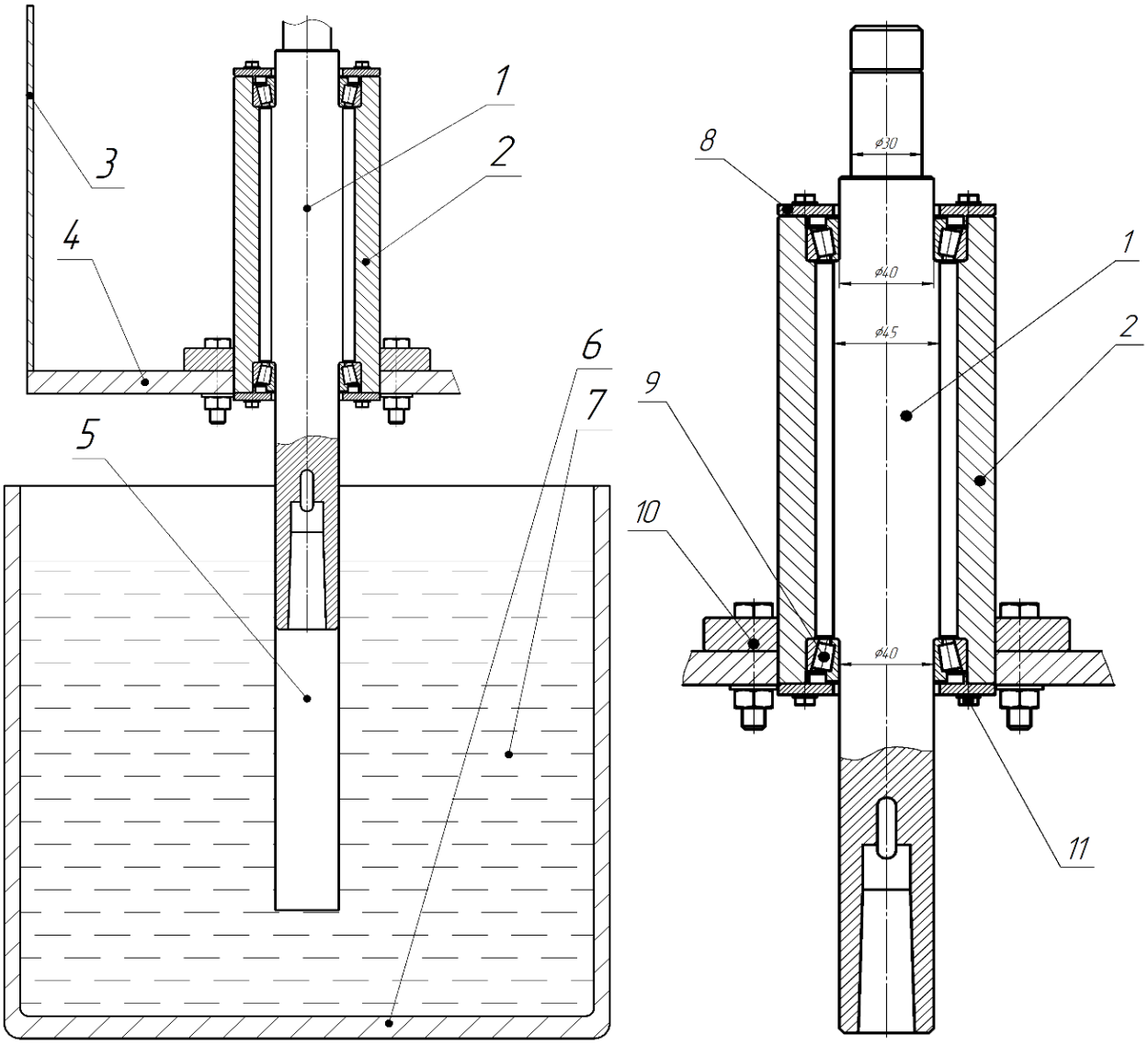
В процессе работы ведомый вал 1 испытывает изгиб под действием поперечной силы натяжения цепной передачи. На съемную державку 5 действует крутящий момент, вызванный сопротивлением рабочей среды.

Ведомый вал 1 имеет две ступени. Это необходимо для облегчения установки подшипников 9 и фиксации их положения. Дополнительная жесткость обеспечивается установкой крышки 8, прикрепляемой к фланцу 2 болтами 11. Фланец 2 крепится к основанию кожуха болтами 10.

Расчетная схема приведена на рисунке 3.

Согласно рисунка 3: a – расстояние от торца ведомого вала до центра подшипника 2; b – расстояние между центрами подшипников 1 и 2; c – расстояние от центра подшипника 2 до торца съемной головки мешалки.

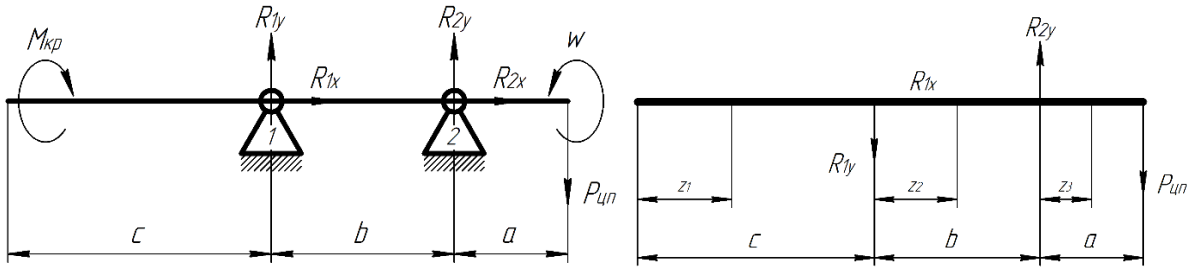
Вектор $\vec{w}$ показывает направление вращения ведомого вала. Нагрузку $P_{цп}$, создаваемую натяжением цепи, прикладываем к свободному концу вала. Крутящий момент $M_{кр}$, возникающий из–за сопротивления рабочей среды, направлен противоположно вращению вала. Подшипники заменяем неподвижными шарнирными опорами. Положение опоры 1 совпадает с местом крепления съемной державки к ведомому валу.



а б

1 – ведомый вал, 2 – фланец, 3 – стенка кожуха, 4 – плита–основание кожуха, 5 – сменная державка для образцов, 6 – емкость, 7 – рабочая жидкость, 8 – крышка (2 шт), 9 – подшипник радиально–упорный с коническими роликами (2 шт), 10, 11 – болты
а – общий вид исполнительного механизма установки, б – крепление ведомого вала
Рис. 2 – Схема крепления ведомого вала и сменной державки

Согласно справочнику [5] определена нагрузка на вал, создаваемая натяжением цепи. Неизвестные реакции в подшипниках рассчитаны с помощью уравнения равенства суммы сил нулю, равенства нулю изгибающих моментов относительно первой опоры. Методом сечений определен наиболее опасный участок вала – место посадки подшипника 2. Для определения оптимального значения диаметра вала составлено условие прочности вала при изгибе.



а б

а – схема распределения нагрузок, б – схема расчета на изгиб методом сечений

Рис. 3 – Расчетные схемы (вал повернут на 90° вправо относительно исходного положения)

Был проведен дополнительный расчет вала на скручивание по методике расчета режима резания для фрезерования, предложенной в справочнике [6]. Выбор данной методики обусловлен следующими доводами:

1) Процесс снятия слоя материала при фрезеровании и перемешивании абразивной среды при работе установки основаны на вращательном движении рабочей части инструмента, преодолении сил сопротивления, возникающих в материале;

2) Рабочая часть инструмента испытывает напряжения скручивания;

3) Процесс происходит в твердой среде (в момент погружения державки в абразивную среду, последнюю можно считать твердой).

Необходимо отметить, что одним условий безопасной работы установки является успешное преодоление приводом сил сопротивления при погружении державки в рабочую среду. В этот момент сопротивление достигает максимального значения, а рабочая среда (смесь жидкости с абразивным материалом) по физико–механическим свойствам сходна с твердым телом.

Расчет и подбор шпонок, шпоночных пазов. Проверочные расчеты шпонок проводились в соответствии с пособием [7]. По ГОСТ 23360–78 выбраны стандартные размеры шпоночных соединений, удовлетворяющих результаты расчетов.

Выбор подшипников. При работе установки исполнительный механизм испытывает воздействие осевых, тангенциальных и радиальных нагрузок. Причины возникновения данных сил: натяжение цепи в цепной передаче; вращение ведомого вала и установленной в нем державки; наличием сил сопротивления рабочей среды.

Для восприятия комбинированных нагрузок целесообразно использовать подшипники радиально–упорные с коническими роликами [8]. Т. к. данные подшипники воспринимают нагрузку в одном направлении, необходимо использовать два подшипника, устанавливать их «спина к спине». Для более нагруженного подшипника требуется посадка с натягом, для менее нагруженного подшипника – переходная посадка.

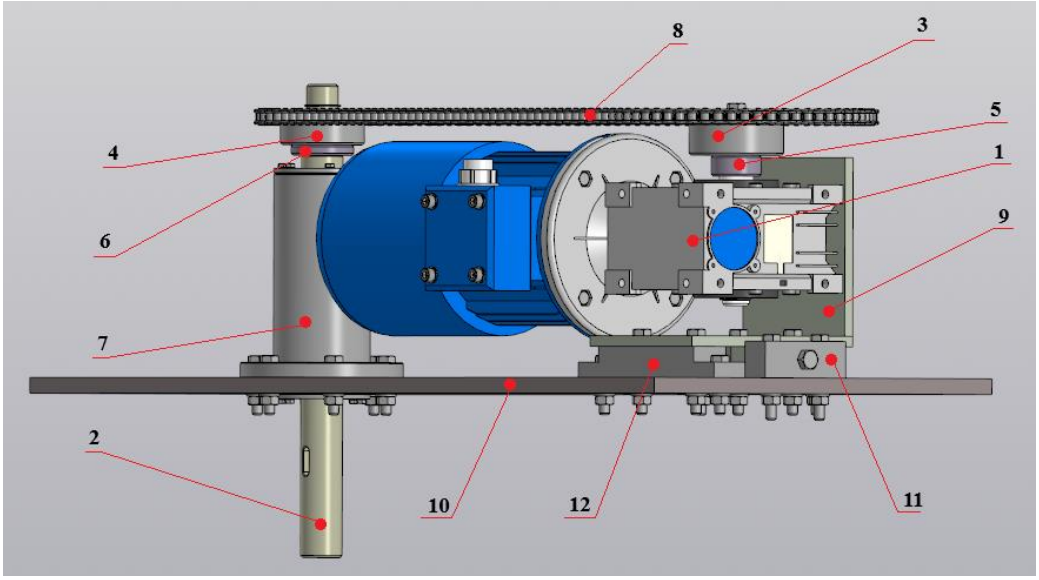
Проектирование вспомогательных конструктивных элементов. Данные элементы спроектированы таким образом, чтобы удовлетворять следующим требованиям:

Обеспечить возможность регулирования силы натяжения цепи;

Соответствовать принципам технологичности, экономичности, безопасности.

С помощью прикладной программы КОМПАС–3D v21, построена модель привода установки (рисунок 4).

Мотор–редуктор 1 крепится болтовым соединением к уголку 9, который устанавливается на плиты 12. Фланец 7, блок 11, плиты 12 крепятся болтовым соединением к полке 10. Натяжение цепи осуществляется вращением винта в блоке 11. На валу мотор–редуктора и ведомом валу 2 устанавливаются звездочки 3, 4 и втулки 5, 6 соответственно. Вал 2 оснащен конусом Морзе для крепления сменных державок.



1 – мотор–редуктор NMRV 063, 2 – вал ведомый, 3 – ведущая звездочка, 4 – ведомая звездочка, 5,6 – втулка, 7 – фланец, 8 – цепь, 9 – сварной уголок, 10 – плита–основание, 11 – блок для натяжения цепи, 12 – установочные плиты

Рис. 4 – Схема крепления ведомого вала и сменной державки

Выводы:

– представлен рабочий проект установки, результаты расчетов конструктивных элементов привода;

– разработан комплект технической документации деталей привода установки, сборочный чертеж.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров А.А., Шаповалов А.И., Скрипцов Д.Р., Козлов И.Ю. Анализ известных методов исследования стойкости к гидроабразивному износу. / Современные проблемы горно–металлургического комплекса. Наука и производство: материалы двадцать первой Всероссийской научно–практической конференции (Том I), 29 ноября 2024 г. // Ред. коллегия: А.В. Боева, А.А. Кожухов, Е.В. Ильичева, Н.А. Полева, Д.А. Полещенко, А.В. Сазонов, С.В. Востокова. – Старый Оскол, 2024. – 828 с.

2. Червячные мотор–редукторы одноступенчатые NMRV и двуступенчатые DRV. Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: https://tehprivod.su/files/informatsiya/nmrv–drv–instruktsiya.pdf

3. Технические характеристики червячных мотор–редукторов NMRV, DRV, PCRV [Электронный ресурс]. – URL: https://tehprivod.su/files/informatsiya/nmrv.pdf

4. Ваньшин А. И. Расчет и конструирование цепных передач: Метод. указания для студентов всех спец. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2001. – 23 с.

5. Справочник металлиста. В 5–ти т. Т. 1. Изд. 3–е, перераб. Под ред. С. А. Чернавского и В. Ф. Рещикова. М., «Машиностроение», 1976. – 768 с.

6. Справочник металлиста. В 5–ти т. Т. 3. Под ред. А. Н. Малахова. М., «Машиностроение», 1977. – 748 с.

7. Клещарева Г. А. Соединения шпоночные: методические указания / Г. А. Клещарева; Оренбургский гос. ун–т. − Оренбург: ОГУ, 2019. − 28 с.

8. ГОСТ 27365–2023 Подшипники конические однорядные. Введ. 01.10.2023. – М.: Российский институт стандартизации, 2023. – 28 с.

КОМБИНИРОВАННАЯ ЗАЩИТА КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК

Качановский А.Р., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Бородина М.Б.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Горнодобывающая промышленность требует высокой поточности производства, где сбои в работе оборудования могут остановить весь процесс, что негативно влияет на объемы производства. Особенно это касается дробления железистых кварцитов, обладающих высокой прочностью.

Для повышения надежности дробильных агрегатов необходимо защитить их от динамических нагрузок и перегрузок, возникающих при попадании негабаритов. Предлагается внедрение самовосстанавливающегося гидромеханического предохранительного устройства с зубчатым дифференциалом, которое может адаптироваться к условиям работы дробилки. Однако его исследование еще не проводилось, что ограничивает внедрение в производство. Это подчеркивает актуальность изучения данного устройства для повышения эффективности конусных дробилок.

Основная часть

С целью выявления основных типов отказов элементов конусных дробилок и формулировки причин, которые приводят к выходу из строя оборудования, были собраны и изучены материалы по статистике отказов работы дробилок на АО «Стойленский ГОК», а также неисправности дробилок щебня на предприятиях региона.

Сбор и анализ статистических данных позволил выявить типичные отказы оборудования [1], приводящие к длительным простоям:

– разрушения броней конуса и чаши дробилки;
– излом шейки конуса;
– излом вала конической шестерни;
– разрушения баббитовой поверхности эксцентрика;
– поломка зубьев конической шестерни;
– трещины и разрушения в траверзе;
– разрушение подшипников скольжения;
– выход из строя двигателя;
– разрушение втулочно–пальцевой муфты привода.

Причины отказов:

Разрушения броней конуса и чаши дробилки могут быть классифицированы на три типа: износ поверхности, трещины и вмятины от недробимых тел. Материал дробится в камере, где действуют значительные нагрузки, что приводит к наклепу, интенсивному абразивному износу и выкрашиванию. Появление трещин в бронях часто не позволяет доработать их положенный ресурс, что требует внеплановых замен.

Изломы шейки конуса и вала конической шестерни связаны с потерей прочности валов при кручении, что может происходить из–за попадания недробимого материала в рабочую зону. Потеря прочности может быть статической или усталостной, и в случае внезапного излома конус не дорабатывает до плановой замены.

Разрушения баббитовой поверхности эксцентрика происходят из–за перегрева и разрушения масляной пленки, что связано с воздействием динамических нагрузок и попаданием недробимых тел.

Разрушение зубьев конической шестерни происходит из–за усталостного разрушения и выкрашивания, вызванного циклическими нагрузками и силами трения.

Основной причиной выхода из строя подшипников скольжения является перегрев, вызванный знакопеременными нагрузками, что приводит к повышенному износу.

Продолжительная передача динамических нагрузок приводит к выходу двигателя из строя, что зачастую связано с перегрузками при прохождении недробимого материала.

Отказы классифицируются на три типа по степени прогнозируемости:

Прогнозируемые отказы (например, износ футеровки) – предсказуемы и предотвращаемы плановыми заменами.

Слабо прогнозируемые отказы – возникают из–за динамических нагрузок и требуют контроля состояния.

Внезапные отказы – происходят из–за перегрузок или ударных нагрузок.

Для предотвращения отказов рекомендуется:

– Своевременная замена броней.

– Повышение качества отливки броней и использование новых износостойких материалов.

– Внедрение современных систем регулирования, таких как гидравлические механизмы, для управления перегрузками.

Наиболее значимыми износ деталей дробилок являются абразивное, ударно–абразивное и гидроабразивное изнашивания, которые возникают при дроблении железосодержащих руд. Оценка материалов на устойчивость к истиранию включает в себя такие свойства, как твердость и способность к наклёпываемости. Взаимодействие абразивных частиц с материалом дробилки вызывает процесс микрорезания, интенсивность которого зависит от твердости и прочностных характеристик оборудования.

Для снижения отказов необходимо разработать новый профиль броней, который увеличит интенсивность ударных процессов и снизит микрорезание. Предлагается создание зон сжатия–разрушения на внутренней поверхности дробильной чаши, что позволит повысить производительность и стойкость броней. Оптимальное количество зон определяется опытным путем в зависимости от свойств дробимого материала, с целью повышения эффективности дробления [2].

Для предотвращения отказов, связанных с перегрузками, рекомендуется использовать предохранительные устройства с упругими элементами, которые снижают амплитуду динамических нагрузок. Одним из перспективных направлений является внедрение гидромеханических предохранительных устройств, способных к самовосстановлению и возвращению части энергии колебательных нагрузок в систему.

Среди современных решений выделяются муфты ограничения крутящего момента, такие как Safeset, и гидродинамические муфты, которые обеспечивают защиту от перегрузок и динамических нагрузок. Однако, такие устройства имеют свои недостатки, включая высокую стоимость и необходимость регулярного обслуживания. Разработка новых гидромеханических предохранительных устройств с дифференциальным передаточным механизмом может стать эффективным решением для защиты приводов дробилок.

Экспериментальные исследования показали, что при срабатывании предохранительного устройства от перегрузки, дробилка останавливается под завалом, что приводит к дополнительным временным и трудозатратам при восстановлении работоспособного состояния [3].

Существующие решения, такие как устройства для разгрузки дробилок от недробимых тел, имеют свои недостатки. Основная проблема заключается в том, что работа домкратов по подъему дробильной чаши начинается только после заклинивания, что увеличивает время простоя.

Для решения этой проблемы предлагается разработка нового комбинированного гидромеханического предохранительного устройства, которое объединяет два автономных предохранительных устройства конусной дробилки [4].

Принцип работы:

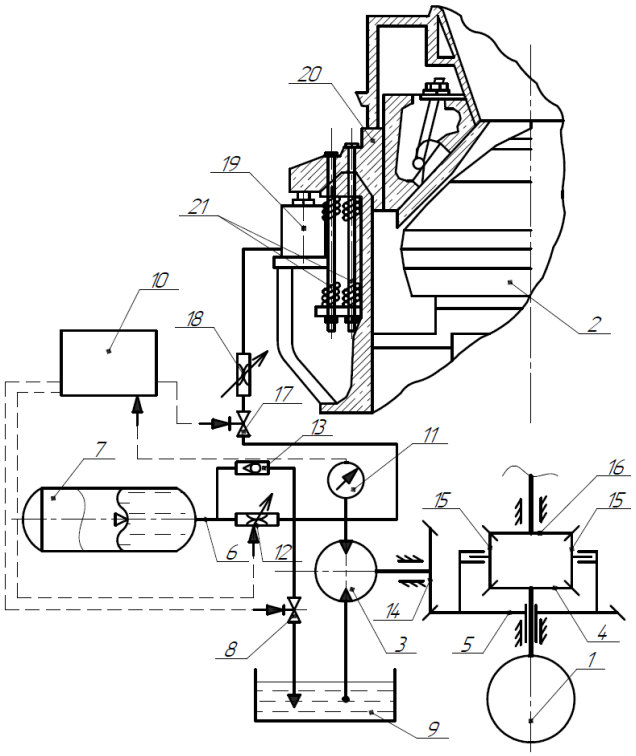
Это гидромеханическое предохранительное устройство защищает конусную дробилку от перегрузок при попадании недробимых предметов.

При нормальном режиме: Привод (1) передает момент через шестерни (4, 15, 16) на дробящий конус (2). Гидронасос (3) удерживает систему в равновесии, создавая давление в линии (6) и гидродемпфере (7).

При перегрузке (ударной нагрузке): Давление в линии (6) растет → система открывает кран (17). Гидроцилиндры (19) приподнимают чашу (20), увеличивая зазор и выпуская посторонний предмет. Дроссели (12, 18) гасят колебания, предотвращая ложные срабатывания.

При аварийной перегрузке (заклинивание): Если давление долго высокое, система закрывает кран (17) и открывает кран (8), сбрасывая жидкость в емкость (9). Давление падает привод (1) отключается, дробилка останавливается с открытой щелью для разгрузки.

При запуске гидронасос (3) либо постепенно нагнетает давление (если кран 8 закрыт), либо работает вхолостую (если кран 8 открыт), снижая нагрузку на двигатель.



1 – привод дробилки, 2 – дробящий конус, 3 – обращаемый гидравлический насос, 4 – солнечное колесо, 5 – водило, 6 –напорная линия, 7 – гидроаккумулятор, 8 – управляемый кран, 9 – сливная емкость, 10 – система управления, 11 – манометр, 12 – управляемый дроссель, 13 – обратный клапан, 14, 16 – зубчатые колеса, 15 – сателлиты, 17 – управляемый кран, 18 – дроссель, 19 – гидроцилиндры, 20 – дробильная чаша, 21 – система упругих элементов.

Рис. 1. – Комбинированное предохранительное устройство конусной дробилки.

Устройство имеет ряд преимуществ, включая:

1. Новая конструкция позволяет избежать остановки дробилки под завалом, что значительно ускоряет процесс восстановления.

2. Устройство включает в себя передаточный механизм с зубчатым дифференциалом и обращаемый гидравлический насос, что упрощает эксплуатацию системы.

3. Предлагаемое решение автоматически поднимает дробильную чашу при кратковременном увеличении нагрузки, что позволяет удалять недробимые предметы из рабочей зоны.

4. Устройство имеет возможность плавного старта, что снижает нагрузку на электродвигатель и предотвращает возможные повреждения.

На данное устройство была подана заявка на патент (№ 2022129319), что подтверждает его новизну и значимость.

Таким образом, новое комбинированное предохранительное устройство решает проблему остановки дробилки под завалом и значительно повышает эффективность и надежность работы конусных дробилок, минимизируя влияние высоких динамических нагрузок на их элементы.

Заключение

В ходе замены на новое предохранительное устройство было выявлено:

1. Снизились динамические нагрузки;
2. Уменьшилось время простоя;
3. Повысилась эффективность эксплуатации конусных дробилок

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов Н.В., Бородина М.Б., Смирнова О.А., Часовских А.С. Анализ отказов элементов конусных дробилок и причин их возникновения // Горный информационно–аналитический бюллетень (научно–технический журнал). – 2021. – № 3. – С. 17–27.

2. Белов Н.В., Бородина М.Б., Андрюшенков Д.Н. Конусная дробилка. Патент РФ № 2744272, Бюл.№7, 2012. B02C 2/04.

3. Белов Н.В. Экспериментальные исследования гидромеханического предохранительного устройства в приводе конусной дробилки // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – № 23. – С. 197–204.

4. Белов Н.В., Бородина М.Б., Груздова О.А., Часовских А.С. Гидромеханическое предохранительное устройство конусной дробилки. Патент РФ № 2792483 Бюл. № 9, 2023. B02C 2/04.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫХ НАПЛАВОЧНЫХ СОСТАВОВ

Часовских А.С., аспирант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Бородина М.Б.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Разработка и исследование свойств новых материалов способствует улучшению технологических процессов, расширяет базу данных свойств и параметров различных химических соединений и сплавов, а также способствует созданию альтернатив в вопросах поставок материалов и импортозамещения.

В данной работе было проведено исследование влияния вольфрама, карбида вольфрама и гексагонального нитрида бора на хромистую сталь, предназначенную для электродуговой наплавки на детали тяжелонагруженных механизмов. Основными критериями для материалов в выбранной отрасли [1] являются наличие аустенитно–мартенситной структуры наплавленного слоя, высокие показатели жаропрочности и стойкости покрытия к образованию трещин термической усталости, высокая износостойкость и сохранение трибологических характеристик покрытия в процессе изнашивания [2–4].

Наиболее применяемый составов химических элементов является система Fe–C–Si–Mn–Cr–Mo с возможным применением никеля Ni, вольфрама W и ниобия Nb. Материалы с данной системой элементов характеризуются повышенной твёрдостью и износостойкостью. [5] Использование вольфрама в составе значительно повышает твёрдость [6], однако при низкой вязкости матрицы сплава частицы вольфрама и/или карбида вольфрама будут подвержены выкрашиванию из материала и выполнять функцию абразива во время трения, что значительно увеличит износ деталей. Для предотвращения подобного следует исхода следует следить за показателем растворимости вольфрама в сплаве. Согласно диаграмме состояния Fe–W [7] при разработке состава следует ограничиться содержанием вольфрама в 10%. В данном промежутке наличие вольфрама положительно сказывается на образовании аустенитно–мартенситной структуры без образования неблагоприятных для износостойкости фаз. Для обеспечения необходимой структуры материала на этапе разработки следует обратиться к диаграмме Шеффлера [8], которая позволяет провести необходимые расчёты используя показатели эквивалентов никеля Ni и хрома Cr.

Основой для материала в данной исследовательской работе является состав порошковой проволоки ASM 4430–SA предназначенный для электродуговой наплавки на ролики рольганга зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок. Состав и ключевые для исследования характеристики данного состава представлены в таблице 1. Согласно расчётам и диаграмме Шеффлера данный состав обеспечивает аустенитно–мартенситную структуру в наплавленном слое.

Таблица 1 – Состав и твёрдость состава ASM 4430–SA

Состав	Химический состав, %								Твёрдость HRC
	Fe	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	
ASM 4430–SA	Осн	0,3	1,3	0,6	14,0	0,4	1,2	0,2	51,0±3,0

Особенности экспериментальных составов:

– Для первого состава было выбрано 6% карбида вольфрама WC и 0,3% гексагонального нитрида бора BN г. Использование карбида обусловлено более высокой прочностью данного соединения и сохранением общего процента не вступающего в реакцию с вольфрамом углерода в материале. Нитрид бора как в данном, так и в остальных составах

присутствует в качестве катализатора образования различных боридов и нитридов в металле, с целю улучшения общего качества.

– Для второго состава было выбрано 10 % карбида вольфрама WC и 0,4% гексагонального нитрида бора BN г. Отличительной характеристикой является выбранный предельный процент вольфрама в составе.

– Для третьего состава было выбрано 4,5 % вольфрама W и 0,5% гексагонального нитрида бора BN г. Использование чистого вольфрама должно оказать более серьёзные изменения в структуре и поведении материала.

– Для четвёртого состава было выбрано 7,0 % вольфрама W и 0,5% гексагонального нитрида бора BN г.

– Для пятого состава было выбрано 5,0 % карбида вольфрама WC, 4,3 % вольфрама W и 0,3% гексагонального нитрида бора BN г. В данном составе используется как вольфрам, так и карбид вольфрама, чтобы урегулировать распределение свободного углерода в сплаве.

В ходе исследовательской работы были вычислены следующие ключевые параметры: твёрдость, фазовый состав, трибологические характеристики и приведённый износ. Числовые значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования эсперементальных составов

Состав	Химический состав %				Твёрдость	Фазы		К тр.	Пр.Износ
	Основа	W	WC	BN г	HRC	Fe–Cr–Ni – γ	α–Fe		10–6 мм3 · Н–1·м–1
№1	ASM 4430–SA	–	6,0	0,3	46,6 ± 2,1	22%	78%	0,53	2,66
№2	ASM 4430–SA	–	10,0	0,4	51,5 ± 2,3	16%	84%	0,52	2,72
№3	ASM 4430–SA	4,5	–	0,5	51,2 ± 2,3	15%	85%	0,55	3,55
№4	ASM 4430–SA	7,0	–	1,0	49,8 ± 1,8	16%	84%	0,55	1,05
№5	ASM 4430–SA	5,0	4,3	0,3	52,0 ± 1,3	5%	95%	0,54	1,88

Результаты измерения твёрдости показали, что при использовании модифицирующих компонентов среднее значение твёрдости уменьшилось в среднем на 2%, что является является довольно незначительным изменением в рамках исследования. Наименьшее значение твёрдости наблюдается у состава №1, что может быть обусловлено наибольшим наличием аустенитной фазы в структуре наплавленного слоя.

Результаты исследования структуры и фазового состава наплавленных слоёв показывает аустенитно–мартенситную структуру у всех образцов. При среднем соотношении 16/84 образец №1 отличается 22% аустенитной фазы, а образец №5 – 5% аустенитной фазы. При этом отличие в соотношении фаз не оказывает сильного влияния на твёрдость образца №5.

Средние показатели коэффициента трения у всех образцов примерно равны, от 0,52 до 0,55. Данный показатель удовлетворяет требованиям к материалам выбранной области.

Приведённый износ позволяет сравнить износостойкость образцов и определить эффективность используемых модифицирующих компонентов. В составах с использованием карбида вольфрама показатели приведённого износа примерно равны. Наихудший результат показал образец с наименьшим процентом тугоплавкого компонента. Совместное

использование вольфрама и карбида вольфрама имеет хорошие показатели, однако образец №4, с добавлением 7% чистого вольфрама, имеет наибольшую износостокойсть среди всех образцов.

Твердость образцов варьируется в диапазоне 46,6 – 52,0 HRC. Максимальной твердостью характеризуется образец №5 – 52,0 HRC, содержащий добавки вольфрама, карбида вольфрама и BN г.;

Структура наплавленных слоёв состоит из областей мартенсита, окружённых прослойками аустенита.

Коэффициент трения у всех составов варьируется в диапазоне 0,52 – 0,55.

Наилучшей износостойкостью обладает состав №4. Самый низкий показатель износостойкости у состава №3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березовский А.В., Наплавочные материалы для упрочнения роликов МНЛЗ//ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина» г. Екатеринбург, 2012 г.
2. Миннеханов, Г. Н. Влияние модифицирования наночастицами карбонитрида титана на структуру и свойства наплавленного металла / Г. Н. Миннеханов, О. А. Шуйкин, Р. Г. Миннеханов // Омский научный вестник. – 2009. – № 1. – С. 22–25.
3. Артемьев, А. А. Влияние микрочастиц диборида титана и наночастиц карбонитрида титана на структуру и свойства наплавленного металла / А. А. Артемьев, Г. Н. Соколов, В. И. Лысак // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2011. – № 12. – С. 32–37.
4. Устименко А.А., Кирнос О.Я., Нерода В.Я., Горелов В.П., Возьянов Е.И., Артемов В.И., Зинковский Г.В. О принципиальных особенностях разработки, производства и применения наплавочных материалов, предназначенных для поверхностного упрочнения роликов МНЛЗ // ОАО «Черметинформация», бюллетень «Чёрная металлургия», 2010 г.
5. Исследование качества металла, наплавленного порошковыми проволоками системы Fe – C – Si – Mn – Cr – Ni – Mo / А. А. Усольцев, Н. В. Кибко, Н. А. Козырев [и др.] // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2018. – № 1(23). – С. 5–10.
6. Эксплуатационные показатели новых порошковых проволок для наплавки / Н. А. Козырев, А. А. Усольцев, Р. Е. Крюков, А. И. Гусев, И. В. Осетковский, В. Е. Хомичева // Вестник Российской Академии естественных наук. Западно–Сибирское отделение. – Новокузнецк, 2019. – Вып. 22. – С. 85–105.
7. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник в 3 т.: Т.2 / Под общ.ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1997. – 578–580 с.
8. Schaeffler, A.L., Constitution diagram for stainless steel weld metal, Metal Progress, 1949, No 56, No. 11, pp. 680–680B.

ПРОЕКТ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ ХОДОВОГО РОЛИКА ОБЖИГОВОЙ ТЕЛЕЖКИ

Кудинов Е.А., магистрант, **Пищулин А.Ю.,** студент,
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Иванов И.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В настоящее время в промышленности активно проводится процесс модернизации производств. Цель этой модернизации заключается в повышении эффективности и гибкости производственных процессов, что позволяет адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям. Модульный подход к модернизации становится ключевым элементом, поскольку он позволяет внедрять изменения поэтапно, минимизируя при этом перебои в производстве. Такой принцип может быть успешно применим не только в механической обработке, но и в других процессах, например, в химической или пищевой промышленности, где также требуется высокая степень адаптивности.

В контексте текущего производственного процесса необходимо внести изменения, чтобы улучшить его характеристики. Одним из важных аспектов является увеличение ресурса ходовых роликов тележки. Для достижения этой цели в техническом задании предусмотрено увеличение глубины закаливаемого слоя поверхности, воспринимающей нагрузку. Это решение обосновано тем, что повышенная глубина закалки способствует улучшению прочностных характеристик материала и, как следствие, увеличивает срок службы компонентов. [1]

Для реализации данного подхода предлагается использовать технологию охлаждения с применением индуктор–спрейера. Эта система охлаждения обеспечивает равномерное распределение охлаждающей жидкости, что позволяет достичь оптимальных температурных режимов при закалке. Эффективность такого метода подтверждена множеством исследований, показывающих, что правильное охлаждение критически важно для формирования желаемых свойств закаленного слоя.

Внедрение таких технологий не только способствует повышению качества продукции, но и снижает затраты на ее производство, что является важным фактором в условиях конкурентного рынка. В результате модернизации производственных процессов предприятия смогут увеличить свою производительность и улучшить качество своей продукции, что окажет положительное влияние на их положение в отрасли.

Проектирование специальной оснастки для конкретной производственной задачи необходимо начать с расчетов энергетических параметров установки ТВЧ и геометрических характеристик индуктора–спрейера. [2]

Расчет параметров процесса будем производить по методу М.А. Касенкова. Исходными данными являются параметры закаливаемого материала и требуемая глубина прокаленного слоя.

$$\delta = 5030 \cdot \sqrt{\frac{\rho}{f * \mu_r}}, \quad (1)$$

где ρ – электрическое сопротивление материала;
f – оптимальная частота закалки;
μr – магнитная проницаемость материала.

Исходя из требуемой глубины закаленного слоя более 6 мм и закаливаемого материала сталь 40Х оптимальная частота необходима не менее 3000 Гц, следовательно, глубина слоя тогда будет равна:

$$\delta = 5030 \cdot \sqrt{\frac{0{,}0000006}{3000 * 0{,}000126}} = 6{,}34 \text{ мм}$$

Дальнейшие расчеты производились для определения геометрических параметров проектируемого индуктора, исходными данными являлись диаметр закаливаемой детали и условия работы индуктора, согласно рекомендациям методики расчета. После проведения расчета были получены следующие геометрические параметры индуктора, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические параметры спирали индуктора

Внутренний диаметр спирали индуктора	
Dmin – внутренний диаметр спирали индуктора, мм (сложный расчет), мм	342
Dmin – внутренний диаметр спирали индуктора, мм (расчет с допущениями) Dз + 30…60 мм	345
Dз – диаметр заготовки, мм	300
Δв – величина воздушного зазора между заготовкой и тепловой изоляцией, мм	4
Δm – толщина тепловой изоляции, мм	30
Δэ – толщина электрической изоляции, мм	2
hн – высота направляющих для перемещения заготовки в индукторе, мм	6
Длина индуктора периодического действия	
Lи – длина индуктора, мм	20
lз – длина заготовки или ее нагреваемой части, мм	20
Δl – величина, учитывающая влияние краевого эффекта	0

Для проектирования конструкции индуктора был произведен расчет с допущениями и полный расчет геометрических параметров спирали индуктора. Значения в обоих расчетах практически равны, следовательно, принимаем значение по более точному расчету, так как он учитывает большее количество влияющих факторов.

Расчет сечения трубки является следующим расчетным этапом и оказывает большее влияние на процесс закалки, так как воспринимает и передает энергию установки поверхности закаливаемой детали.

Основными параметрами сечения являются толщина стенки трубки, высота и ширина трубки, и площадь отверстия трубки. Для повышения производительности была спроектирована трубка квадратного сечения. [3]

Исходя из длины индуктора были произведены расчеты сечения трубки индуктора, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Геометрические параметры сечения трубки индуктора

Геометрические параметры сечения трубки индуктора	
a – ширина трубки индуктора, мм	10
ω – число витков индуктора, шт	1
Кз – коэффициент заполнения, учитывающий наличие изоляции между витками	1
Lи – длина индуктора, мм	20
b – толщина стенки трубки, мм	5,6
S – площадь отверстия трубки, мм2	0,366
Vв – скорость движения воды в сприали индуктора, м/с	1,25
T0 – температура входящей воды	20
T1 – температура выходящей воды	60
h – высота трубки индуктора, мм	10,9

На основании полученных значений был смоделирован индуктор–спрейер в программной среде CAD–системы KOMPAS–3D.

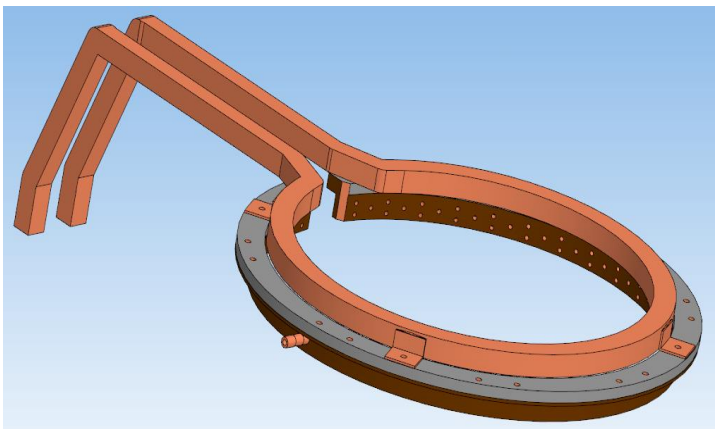


Рис. 1 – Внешний вид модели индуктора–спрейера

Процесс закалки цилиндрической детали необходимо осуществлять с помощью механизма подъема и удержания детали на определенном уровне для прокаливания всей площади образующей, подвергаемой закалке.

Внешний вид проектируемой вспомогательной оснастки для осуществления операции поверхностной закалки представлен на рисунке 2.

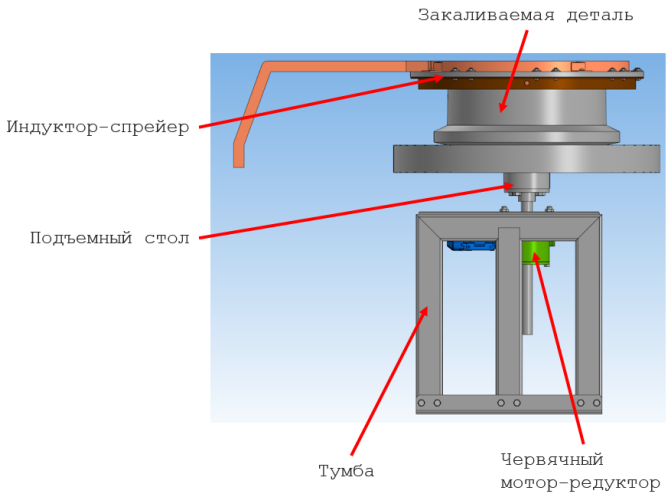


Рис. 2 – Внешний вид вспомогательной оснастки

Для разрабатываемой оснастки был создан необходимый набор документации: сборочный чертеж, чертеж общего вида, деталировка нестандартных деталей и спецификации.

Спроектированная оснастка позволит повысить производительность операции закалки и сократить вспомогательное время операции за счет специализации и сокращения унификации оборудования.

В ходе решения задачи по расчету и проектированию оснастки были проведены расчеты:

1. Энергетических параметров процесса закалки;
2. Геометрических параметров спирали индуктора и сечения трубок индуктора;
3. Мощностных параметров индуктора.

При решении задач по проектированию конструкции оснастки были выбраны тип конструкции стола для заготовки, тип и вид привода подъема детали при обработке.

Дальнейшим направлением проектирования и исследования является расчет конструкции оснастки на статические нагрузки и собственные колебания для проверки устойчивости и работоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаев В.В. Технологическая оснастка: учебник для студ. учреждений спед. проф. образования / В.В. Ермолаев – 4–е изд., стер. –М.: Издательский центр «Академия»,2015–256с.
2. Проектирование установок для электронагрева стали: учеб. пособие / сост. С.Л. Ключко. – Тольятти: Изд–во ТГУ, 2012. – 123 с.
3. Телегин, А.С. Теплотехника и нагревательные устройства / А.С. Телегин, В.Г. Авдеева. – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПО СТРОПОВКЕ МЕЛЬНИЦ

Качановский А.Р., студент
Научный руководитель – к.т.н., **Владимиров А.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Безопасность при выполнении работ на высоте является одной из самых важных задач в современных производственных и строительных процессах. Строповка тяжелых грузов, таких как мельницы, требует не только высокой квалификации работников, но и надежных систем безопасности, которые обеспечивают защиту от падений и других опасных ситуаций. В условиях, когда рабочие находятся на значительной высоте, использование эффективных анкерных систем становится критически важным для предотвращения несчастных случаев.

В данной статье рассматриваются ключевые аспекты, связанные с применением жестких анкерных линий, которые обеспечивают надежное закрепление рабочих и способствуют безопасному выполнению строповочных работ.

Анкерное устройство с горизонтальной жёсткой рельсовой линией MOST, представлен на рисунке 1, является анкерным устройством типа D системы обеспечения безопасности работ на высоте. Предназначено для крепления к несущей конструкции; позволяет пользователю легко перемещаться вдоль линии. Устанавливается в различных пространственных положениях. Подходит для выполнения работ с применением канатного доступа. Максимальное количество пользователей – 3. Анкерное устройство MOST изготавливается в двух цветовых решениях: чёрный и серебристый. [2]

Основные преимущества жёсткой анкерной линии [1]:

– Анкерная линия рассчитана на одновременное использование 3 (тремя) пользователями;

– Элементы анкерной линии заменимы в случае падения пользователей.

– Анкерная линия может быть использована для работы с применением канатного доступа;

– Сегменты анкерной линии выполнены из высокопрочного алюминиевого сплава.

– Все алюминиевые элементы анодированы, что повышает их устойчивость к агрессивным средам и общую износостойкость;

– Мобильная анкерная точка имеет специальный поворотный вертлюг из нержавеющей стали, который позволяет использовать её с любым типом карабинов;

– Анкерная линия полностью антистатична и искробезопасна, благодаря чему может использоваться во взрывоопасных средах.

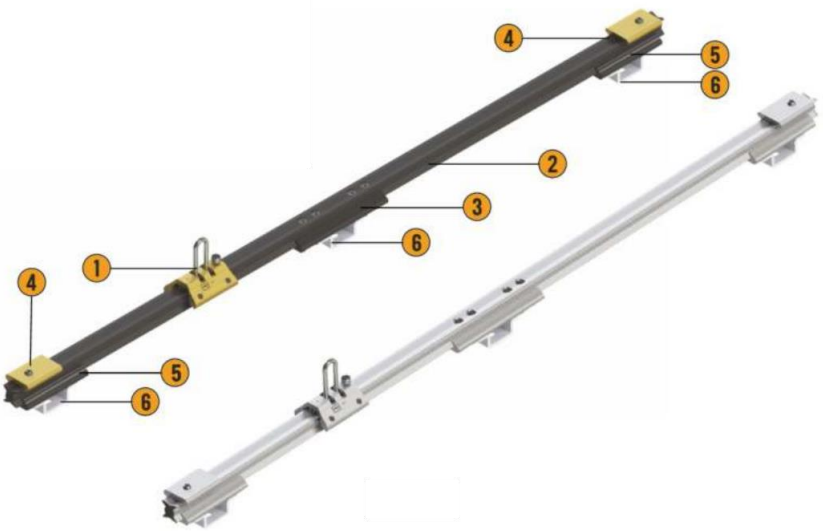


Рис. 1 – Горизонтальная жесткая анкерная линия MOST



Рис. 2 – Элементы анкерного устройства

1. Мобильная анкерная точка (тележка). Конструкция тележки выполнена из специального анодированного алюминиевого сплава. Анодирование тележки позволяет повысить её износостойкость. В верхней части тележки имеется специальная удлинённая скоба, позволяющая соединять тележку с различными типами карабинов. Роликовые колёса выполнены из специального полимерного материала, позволяющего точке легко скользить вдоль всей длины анкерной линии. В конструкции имеется специальный фиксирующий винт, с его мощью которого можно фиксировать тележку в одном положении (для исключения дополнительных перемещений) [1].

2. Сегмент анкерной линии. Сегмент анкерной линии представляет собой рельс, по которому перемещается мобильная тележка. Выполнен из специального алюминиевого сплава, обеспечивающего необходимую надёжность от падения. Рельс полностью антистатичен и искробезопасен, что позволяет использовать его во взрывоопасных средах. Сегмент полностью анодирован, что позволяет увеличить его износостойкость и долговечность. Рельс имеет все необходимые отверстия для быстрой качественной сборки анкерной линии [1].

3. Соединительный сегментов. Предназначен для соединения и стыковки рельсовых сегментов. Имеет удлинённую конструкцию и дополнительные точки крепления. Использование этого элемента позволяет значительно повысить надёжность анкерной линии в местах стыков рельсов. Деталь полностью анодирована, что повышает её износостойкость [1].

4. Концевой ограничитель. Предназначен для ограничения движения тележки и закрепления структурного анкера к рельсовым сегментам. В конструкции ограничителя предусмотрен специальный паз, необходимый для плавной остановки тележки (без повреждений). Деталь полностью анодирована, что повышает её износостойкость [1].

5. Держатель сегментов. Предназначен для крепления рельсовых сегментов к структурным анкерам. Использование этого элемента позволяет крепить рельсы с необходимым шагом. Деталь полностью анодирована, что повышает её износостойкость [1].

6. Структурный анкер. Предназначен для крепления системы к рабочей зоне. Имеет точку крепления, для установки на шпильку или анкер [1].

7. Шкант для соединения сегментов. Предназначен для стыковки и усиления мест соединения рельсов [1].

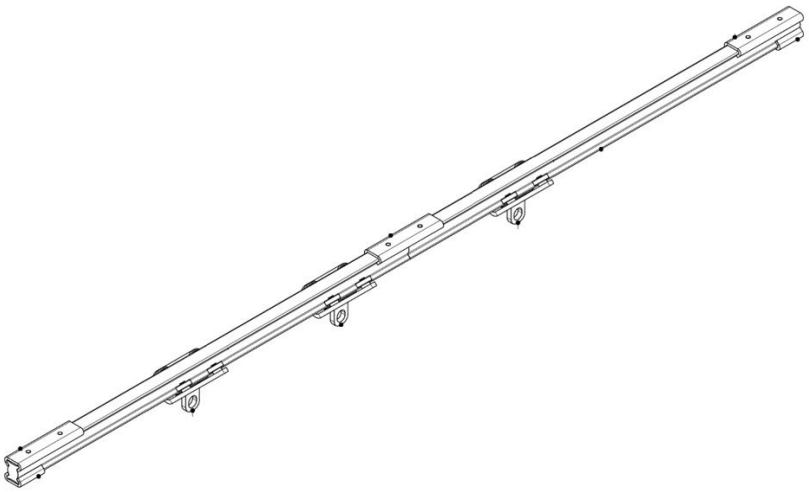


Рис. 3 – Схема пространственного расположения анкерной системы

Для безопасной работы по строповке мельниц было принято, что горизонтальная жёсткая анкерная линия MOST будет закреплена на нижнюю часть несущейся конструкции мостового крана. Жёсткая анкерная линия обеспечивает надежное распределение нагрузок, что минимизирует риск деформации конструкции. Присоединение анкерной линии к нижней части крана упрощает процесс установки и позволяет избежать дополнительных затрат на крепление и поддержку, так как она интегрируется в существующую конструкцию. Горизонтальная анкерная линия позволяет увеличить рабочую зону и улучшить доступ к различным участкам благодаря мобильным анкерным точкам, что способствует более эффективному выполнению задач и повышает производительность работы.

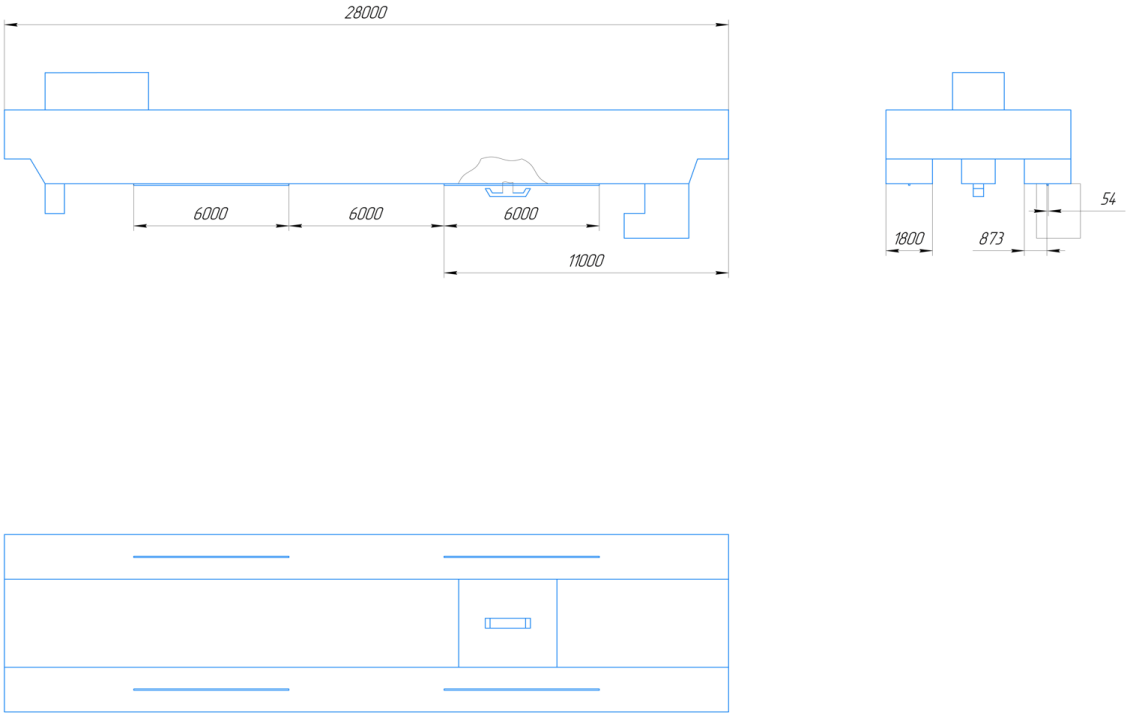


Рис. 4 – Схема расположения анкерной системы на несущей конструкции мостового крана

На поворотный вертлюг у тележки закрепляется инерционное блокирующее устройство с втяжным тросом «НВ–32» представленный на рисунке 5 [3].



1. Силовой элемент для крепления к анкерному устройству; 2. Рукоять для транспортировки устройства; 3. Пластиковый защитный корпус; 4. Идентификационная этикетка; 5. Выходное отверстие для страховочного троса; 6. Успокоитель троса; 7. Стальной трос с концевой заделкой в металлический коуш; 8. Стальной карабин с вертлюгом и индикатором срыва; 9. Графический пиктограммы по использованию устройств (на оборотной стороне)

Рис. 5 – внешний вид блокирующего устройства «НВ–32»

СИЗ втягивающего типа «НВ» предназначено для использования в страховочных системах в качестве соединительно–амортизирующей подсистемы. Страховочная система, обеспечивающая безопасную остановку падения пользователя, состоит из страховочной привязи и присоединяемой соединительно–амортизирующей подсистемы, соединяющей привязь и анкерное устройство. Используется в том числе в случае недостаточного запаса свободного пространства между анкерным устройством и нижележащей поверхностью [3].

Перед каждым использованием все применяемы СИЗ должны пройти тщательную визуальную и тактильную проверку с целью убедить в том, что они находятся в рабочем состоянии и функционируют должным образом (в случае выявления повреждения эксплуатация не допускается) [3]:

– Обязательная проверка перед каждым применением наличия маркировки, состояния карабина и индикатора срыва;

– Проверка плавной работы механизма без заеданий при вытягивании и втягивании троса;

– Не допускать риска возникновения «маятника» при падении. Максимальный угол отклонения троса от вертикали не должен быть более 40о;

– Не допускать бесконтрольного втягивания троса в устройстве, это может повредить вытяжной механизм. Использовать для контроля скорости вытяжной шнур;

– Избегать контакта троса с незащищёнными острыми краями, возможности удара на острый угол при падении пользователя;

– Запрещено отпускать, страховочный строп для свободного втягивания в устройство, так как это приводит к поломке устройства.

В ходе решения задачи было выявлено:

1. Устройство, обеспечивающее надежное крепление и мобильность пользователей, демонстрирует множество преимуществ, включая возможность одновременного использования несколькими работниками и высокую износостойкость материалов.;

2. Применение анкерной линии на несущих конструкциях мостового крана, значительно упрощает процесс установки и повышает эффективность работы.;

При решении задачи по обеспечению безопасности работ по строповке мельниц были выбраны план установки анкерной линии и СИЗ от падения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общество с ограниченной ответственностью «Высота–М». Жесткая горизонтальная анкерная линия MOST. Техническое описание, инструкция по монтажу и эксплуатации ТУ 28.22.18–002–26937632–2017. Москва, 34 с.

2. Паспорт горизонтальной жесткой линии MOST. ООО «Высота – М». HighSafety: безопасность для отважных профессий. Москва, 17 с.

3. Руководство по эксплуатации. Инструкция. Паспорт. Средство защиты втягивающего типа "НВ–10", "НВ–15", "НВ–20", "НВ–32". ООО «ВЕНТО–2М». ТР ТС 019/2011 ГОСТ Р ЕН 360–2008. Москва, 2 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПРИБОРА ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБ

Ларин А.И., старший преподаватель
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Используемые методы гетерогенных упрочнений ППД необходимо применять для повышения рабочих возможностей разных деталей, которые эксплуатируются при различных условиях.

В течение длительного времени исследование процессов пластической деформации проводилось на основе двух подходов: механики сплошной среды (макроуровень) и теории дислокаций (микроуровень). При выполнении режуще–деформирующей обработки ППД на поверхности упрочнения изделия образуется волнистый рельеф перпендикулярный направлению основного направления. В дальнейшем на деталь воздействуют пластическим деформированием для получения сглаженной поверхности. Результаты моделирования ППД волнистого рельефа говорят о том, что наибольшая углубленность и степень упрочнения при ППД волнистых рельефов изделия подходит углублению и упрочняющим характеристикам при выполнении ППД при использовании статического нагружения оборудования более гладких поверхностей.

Рассмотрим вопрос по эффективности накатывания резьбы с использованием комплексного прибора для накатывания резьб. Изучение научных рекомендаций по проектным технологиям процесса резьбонакатывания включает проведение комбинированных исследований. Данные работы по исследованию необходимо провести в два этапа. Сначало нужно разработать геометрическую модель процесса накатывания резьб, которая позволяет понять степень влияния на геометрию пятна контакта, текущих и накопленных радиальных обжатий; найти параметры изделия под накатывание резьб; оценить касательные скоростные величины в точке контакта. Так как данная модель не может учитывать силовые возможности процесса накатывания резьбы, для нахождения оптимальной схемы деформирования на втором этапе исследований необходимо создать конечноэлементную модель процессов пластического формообразования, которая позволяет проводить исследования полей напряжения и деформации в инструментах и заготовках. Возникшие в контактной точке давления выступают как сосредоточенные силы, которые способствуют внедрению витков инструмента в изделие и перемещению металла в радиальном направлении. Осевые силы перемещают металл из впадин к вершинам, а тангенциальные силы вызывают перемещение металла по кругу изделия вдоль вращения инструмента. В противоположном направлении вращения возникают силы трения. Так как все напряжения(радиальное, осевое, тангенциальное) выступают как напряжения сжатия, то можно выполнить процесс формообразования при высоких степенях деформирования, носящее объемную характеристику.

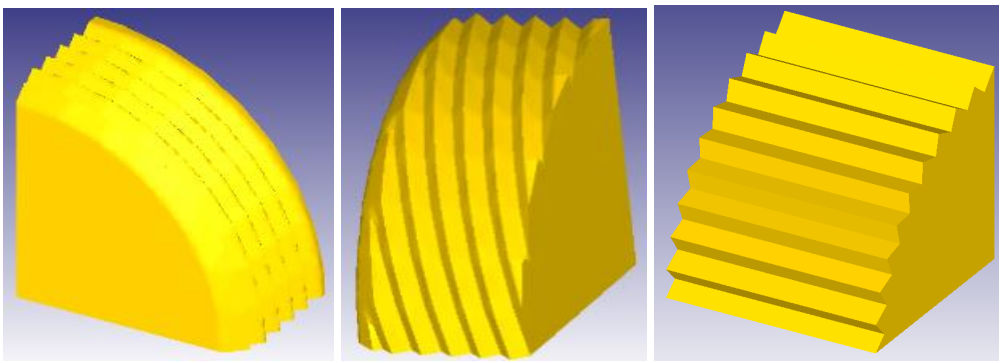


Рис. 1 – Направление канавок профиля

Для того, чтобы построить геометрическую модель для процесса накатывания резьбы, необходимо определить диаметр изделия под накатку.

Диаметр необходимо выбирать правильно, но это достаточно сложная задача при выполнении технологических процессов по накатки резъб, так как выбор диаметра влияет и на характеристики точности резьбы изделия и на характеристики стойкости резьбонакатного инструмента. Для выбора диаметра изделия под накатку резьбы применяют работы с различными эмпирическими и аналитическими формулами. Также диаметры изделий находят при помощи экспериментального метода. Можно также использовать CAD систем, при которых создаются 3D модели изделия различной формы и определять их объем. Применяя параметры 2D профили, необходимо создать в 3D окне 3D профили и с последующим построением отдельного твердого тела – спирали, которые имеют по одному витку с шагом, которые равны шагу накатной резьбы и равны объему металла, который выдавливается инструментом из впадин и вытесняется в выступ.

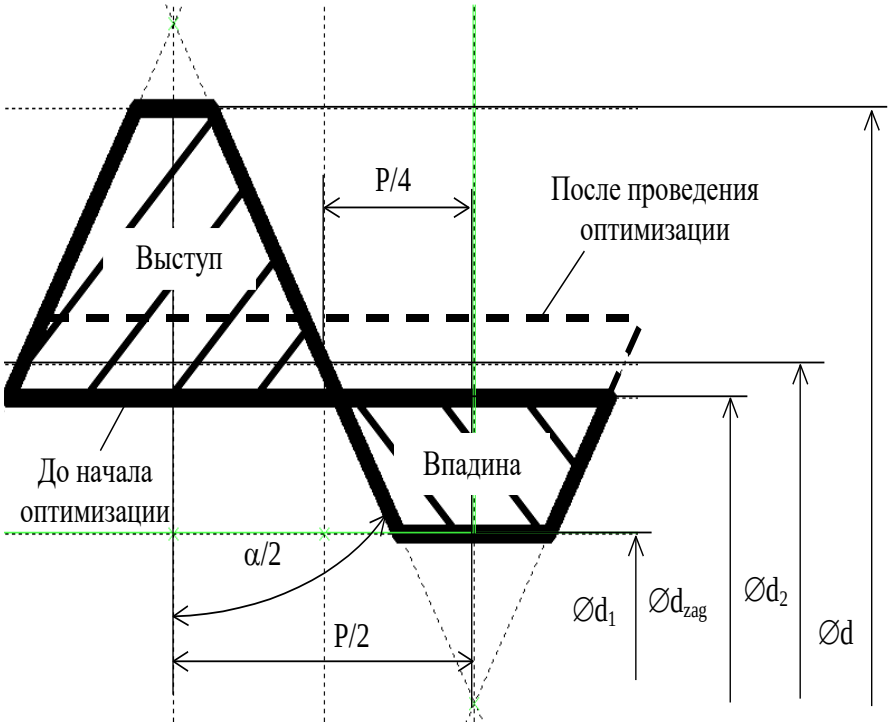


Рис. 2 – Профиль впадины и выступа при накатывании резьбы

С учетом принятых допусков объемы спиральных образований должны быть одинаковыми. Так как T–Flex CAD 3D обладает встроенными функциями для определения объемных характеристик твердых образований, то можно определять диаметры изделия под накатку резьб при помощи уравнивания объемов образованных спиралей. При расчете диаметра заготовки под накатывание резьбы используется аналитически полученная точная формула

$$d_{zag} = \sqrt{\frac{tg\frac{\alpha}{2}}{3P}\left[3d_2\left(d^2 - d_1^2\right) - 2\left(d^3 - d_1^3\right)\right] + \frac{1}{2}\left(d^2 + d_1^2\right)} \quad (1)$$

Когда накатывается резьба с угловой схемой деформации в начале нужно рассчитать допустимые параметры витков инструмента, с учетом надобности вписать конкретные витки во впадину образующийся резьбы. Для резьбы с линейчатым профилем нужно найти углы профиля деформирующих витков .

$$\left(h_i - a\right)tg\frac{\alpha_1}{2} + \left(h_i K_h + a\right)tg\frac{\alpha_1}{2} - \left(h_i K_h + a\right)tg\frac{\alpha}{2} + \frac{b_1}{2} = \frac{P}{4} \quad (2)$$

Окончательный профиль резьбы

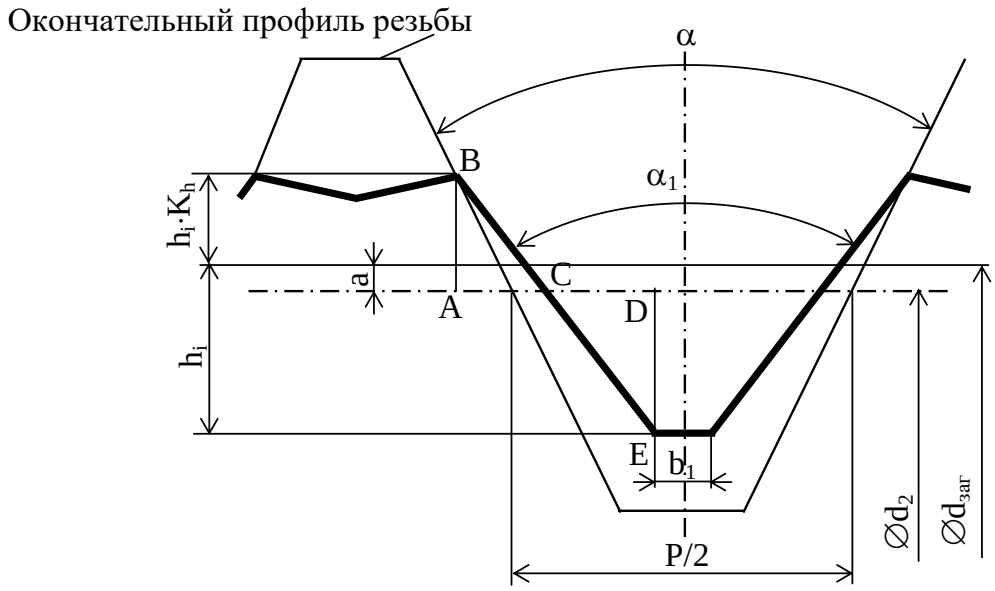


Рис. 3 – Профиль треугольной резьбы при накатывании с угловой схемой деформирования

В процессе проектирования резьбонакатного инструмента, который реализует угловую схему деформации, угол профиля витков заборной части должен меняться от наибольшего допустимого до наименьшего угла профиля накатываемой резьбы пропорционально номеру витка.

После определения расчетов в препроцессоре рассчитывается радиальная сила деформирования, а также распределение в изделии полей эквивалентных напряжений по Мизесу,

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}, \quad (3)$$

где σ_x, σ_y, σ_z – компоненты нормальных напряжений по осям x, y и z соответственно, МПа;

τ_{xy}, τ_{yz}, τ_{zx} – компоненты касательных напряжений, МПа; эквивалентных деформаций и нормального критерия разрушения Кокрофта – Лейтема чтобы определить эквивалентное напряжение инструмента, необходимо решить отдельную задачу, в которой инструмент должен быть как упругое тело, а силы деформации брались из базы данных.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}, \quad (4)$$

где ε_1, ε_2, и ε_3 – главные деформации;

Для того чтобы проверить правильность данных эксперимента в определенных точках плана проводился натурный эксперимент по моделированию накатывания резьбы. Сущность эксперимента заключалось в том, чтобы накатать кольцевые канавки на заготовке с применением экспериментальной резьбонакатной головки. Результат экспериментальных исследований показал, что погрешности получения сил деформации при моделировании не выше 15 %, а погрешность определения эквивалентных деформаций не выше 25%, что допустимо.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Иванов, Г.П. Повышение износостойкости деталей созданием регулярной гетерогенной макроструктуры [текст] / Г.П. Иванов, Л.В. Картонова, А.А. Худошин // Строительные и дорожные машины. – 1997, № 1. – С. 33–34.

2. Киричек, А.В. Создание гетерогенной структуры материала статико–импульсной обработкой [текст] / А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев // СТИН. – 2007, №12. – С. 28–31.

3. Смелянский, В.М. Технологическое повышение износостойкости деталей методом электроэрозионного синтеза покрытий [текст] / В.М. Смелянский, В.А. Земсков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005, № 1. – С. 27–35.

4. Технология и инструменты отделочно–упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. В 2–х томах. Под общ. ред. А.Г. Суслова. — М.: Машиностроение, 2014.

5. Афонин, А.Н. Гетерогенное упрочнение деталей горно–металлургических машин поверхностным пластическим деформированием [текст] / А.Н. Афонин, А.И. Ларин, А.В. Макаров // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. Том 58. № 11. – С. 823 – 828.

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ (ППД) ВОЛНИСТОГО РЕЛЬЕФА

Ларин А.И., старший преподаватель
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Существенно повысить усталостную прочность деталей машин можно с помощью обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД) [4, 5]. Особенно эффективным является применение гетерогенного упрочнения ППД [2, 4]. Для получения гетерогенных структур при упрочнении нежестких деталей можно использовать комбинированную режуще–деформирующую обработку ППД [6]. При реализации режуще–деформирующей обработки ППД на упрочняемой поверхности заготовки вначале нарезается волнистый рельеф (рисунок 1). После деталь подве обкатывают гладким цилиндрическим роликом с целью сглаживания рельефа и формирования гладкой рабочей поверхности детали.

Степень и равномерность упрочнения при режуще–деформирующей обработке ППД зависят от параметров рельефа: его формы, шага P, высоты h. Влияние размеров деформирующего инструмента не так значительно. Наиболее предпочтительным является профиль рельефа треугольной и круглой формы. Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа с различной формой профиля приведены на рисунке 2. Для моделирования ППД с помощью МКЭ использовалась программа DEFORM 2D.

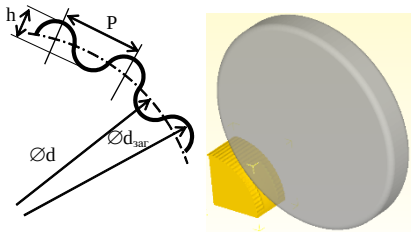
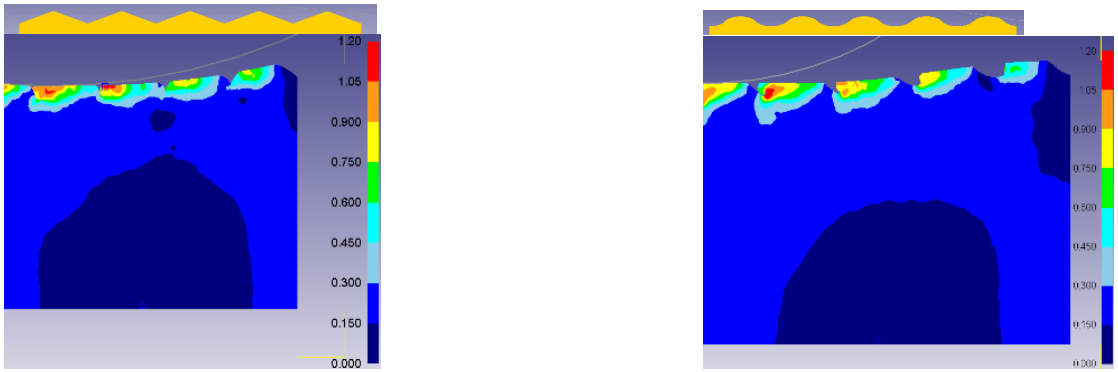


Рис. 1 – Схема гетерогенного упрочнения режуще–деформирующей обработкой ППД



треугольный с углом 90° круглый

Рис. 2 – Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа с различной формой профиля

Механические свойства материала модели (сталь 45) заданы из встроенной базы DEFORM. Скорость накатывания 5 мм/с. Диаметр инструмента 10 мм, шаг нарезаемого рельефа 1 мм. Поскольку деформации от резания значительно меньше деформаций форма нарезанного профиля задавалась начальной геометрией заготовки. Распределение эквивалентных деформаций при обкатывании круглого и треугольного профиля приведено на рисунках 2. Из рисунков 2 видно, что треугольный профиль обеспечивает большую степень

деформации по сравнению с круглым. Наиболее предпочтительным для гетерогенного упрочнения режуще–деформирующей обработкой ППД представляется использование нарезанного рельефа треугольного профиля с углом 90°. Шаг рельефа не должен превышать 1,5 мм, а высота 0,7 мм.

Для проведения исследований процессов упрочнения ППД разработана экспериментальная накатная головка (рис.3). Головка имеет три равномерно расположенных по окружности свободно вращающихся деформирующих ролика. Благодаря этому в головке создается замкнутая система сил, обеспечивающая отсутствие изгиба нежестких заготовок и передачи сил деформирования на шпиндель станка. Диапазон возможных диаметров заготовок составляет 10…60 мм. Настройка головки на размер производится подбором диаметров роликов. Головка может использоваться на станках сверлильной и токарной группы.

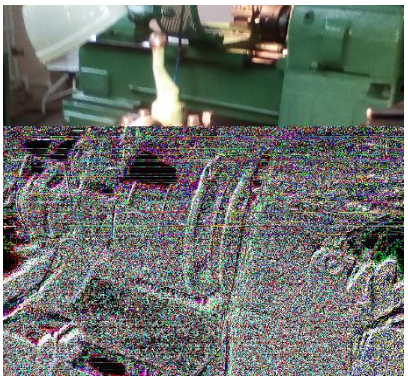
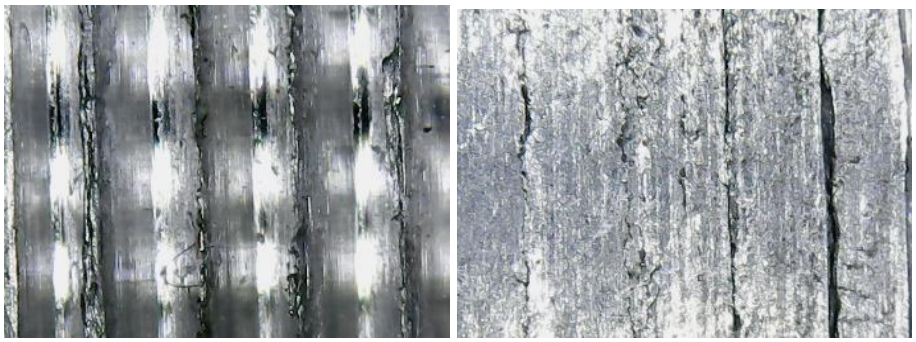


Рис. 3 – Экспериментальная накатная головка на токарном станке.

Фотография с увеличением в 10 раз нарезанного на образце диаметром 20 мм треугольного рельефа шагом 1 мм и углом профиля 60° до и после обкатывания экспериментальной головкой приведена на рисунке 4. Геометрия поверхности в целом соответствует полученной при моделировании процесса с помощью МКЭ. В частности, результаты натурного эксперимента подтверждают предположение о том, что обкатывание остроугольного профиля может приводить к образованию на поверхности заготовки закатов.



).

Рис. 4 – Нарезанный на образце рельеф до и после обработки ППД (увеличено в 10 раз).

Профилограмма поверхности образца после обкатывания представлена на рисунке 5. Шероховатость поверхности Ra после ППД треугольного рельефа составляет порядка 2 мкм. Волнистость получаемой после обкатывания поверхности незначительна. Данные результаты следует признать удовлетворительными.

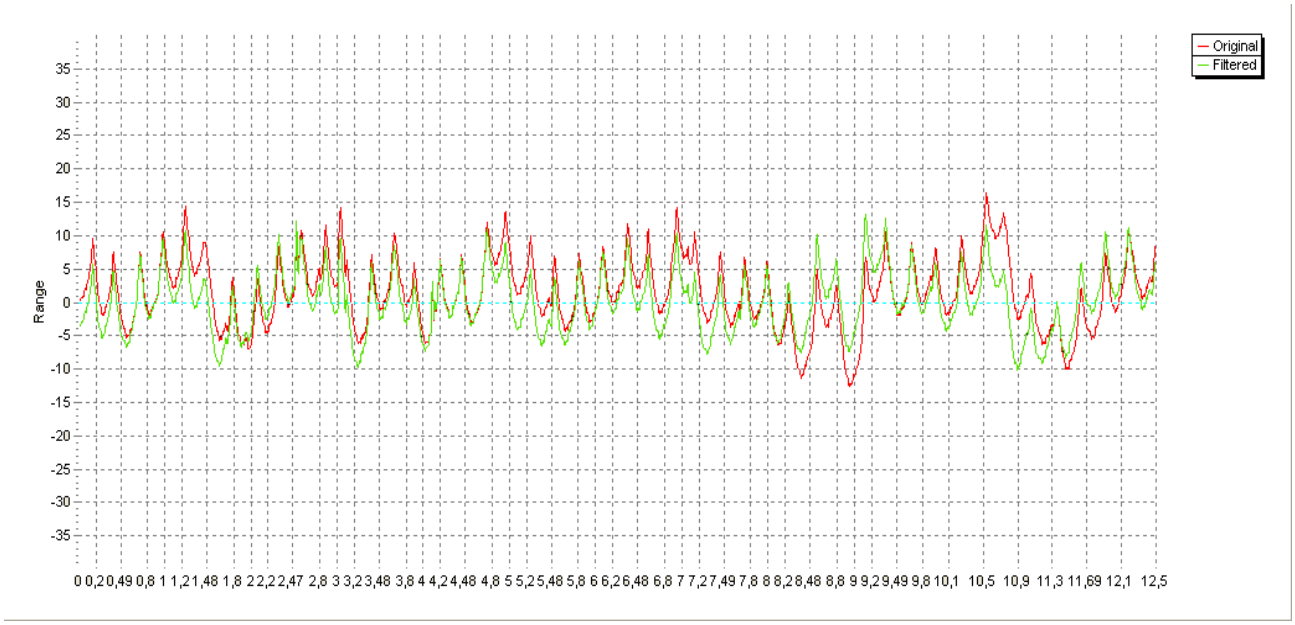


Рис. 5 – Профилограмма поверхности образца после обкатывания.

В результате проведенных исследований разработаны и апробированы инструмент, оснастка и технология гетерогенного упрочнения цилиндрических поверхностей режуще–деформирующей обработкой ППД Основными размерами заготовки при данном виде обработки являются шаг и высота нарезанного рельефа и наружный диаметр заготовки. В результате проведенных теоретических исследований установлено, что наиболее предпочтительным для гетерогенного упрочнения режуще–деформирующей обработкой ППД представляется использование предварительно нарезанного рельефа треугольного профиля с углом 90□ и шагом до 1,5 мм.

Экспериментальные исследования режуще–деформирующей обработки ППД доказали возможность ее реализации и подтвердили адекватность моделирования процесса с помощью МКЭ.

Выполнение приведенных рекомендаций позволит обеспечить существенное (до полутора раз) повышение усталостной прочности тяжелонагруженных поверхностей деталей машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, Г.П. Повышение износостойкости деталей созданием регулярной гетерогенной макроструктуры [текст] / Г.П. Иванов, Л.В. Картонова, А.А. Худошин // Строительные и дорожные машины. – 1997, № 1. – С. 33–34.

2. Киричек, А.В. Создание гетерогенной структуры материала статико–импульсной обработкой [текст] / А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев // СТИН. – 2007, №12. – С. 28–31.

3. Смелянский, В.М. Технологическое повышение износостойкости деталей методом электроэрозионного синтеза покрытий [текст] / В.М. Смелянский, В.А. Земсков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005, № 1. – С. 27–35.

4. Технология и инструменты отделочно–упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. В 2–х томах. Под общ. ред. А.Г. Суслова. — М.: Машиностроение, 2014.

5. Афонин, А.Н. Гетерогенное упрочнение деталей горно–металлургических машин поверхностным пластическим деформированием [текст] / А.Н. Афонин, А.И. Ларин, А.В. Макаров // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. Том 58. № 11. – С. 823 – 828.

6. Mohammadi, F. Finite element analysis and design optimization of low plasticity burnishing process [текст] / F. Mohammadi, R. Sedaghati, A. Bonakdar // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, February 2014, Volume 70, Issue 5–8, Pp 1337–1354.

СЕКЦИЯ 4 «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО–ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ НАГРЕВА ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ В ПЕЧАХ НАГРЕВА МЕТАЛЛА

Адаменко А.А., магистрант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Фомин А. В.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение

В условиях современных экономических реалий, экономия топлива при нагреве материалов в печах является критической важной задачей. Она приносит значительные выгоды, затрагивая как финансовые показатели предприятия, так и его вклад в охрану окружающей среды.

Топливо является одним из основных статей расходов при работе печей, и ее экономия напрямую ведет к уменьшению себестоимости продукции, повышая конкурентоспособность предприятия на рынке. Это позволяет снижать цены и привлекать больше клиентов, что увеличит прибыль.

Эффективное сжигание топлива и оптимизация режимов работы печи снижают нагрузку на оборудование, уменьшают износ футеровки, горелок и других компонентов. Это продлевает срок службы печей и снижает затраты на ремонт и замену оборудования.

1. Описание объекта

В качестве нагревательного устройства в сортопрокатном цехе с температурой для прокатки близкой к 1200 ^{o}C применяется пламенные многозонные методические печи [1]. Они необходимы для снижения коэффициента сопротивления металла и уменьшения вероятности появления деформации после прокатки непрерывно литых заготовок (НЛЗ) [2].

Технология нагрева в такой печи заключается в поэтапной тепловой обработке заготовки в зонах с разными температурами нагрева. Конструкционно и функционально такие печи являются сложными инженерными объектами. Несмотря на то, что современные системы автоматизированного управления печами позволяют повышать энергоэффективность за счет более оптимального процесса управления [3,4].

Многозонные печки позволили дать гибкость в регулировке режима нагрева, потому что в каждой зоне своя температура и это позволяет не перегревать заготовку, что даст уменьшение расхода топлива во время ее работы. Так же с данными печками к каждому стану стало легче устанавливать рациональное количество нагревательных агрегатов [5].

Все три пары зон в печи снабжены датчиками температуры. Первая зона расположена над второй и соответственно с другими парами. Целевой параметр (температура заготовки) снимается пирометром непосредственно в черновой клети, что позволяет считать температуру раската, а не поверхность металла. Это даёт нам более информативную информацию для контроля процесса персоналом, так как теплопроводность внутри тела и вблизи его границ различна. Данное различие обусловлено изменением условий протекания процессов теплопереноса и изменением структуры металла [6,7].

2. Описание существующей АСУ ТП

Анализ текущей системы нагрева в многозонной печи позволяет разработать программу, которая, опираясь на данные от датчиков и баз данных, получаемых от контроллера, сможет прогнозировать температуру на выходе из печи и определять

оптимальные температурные режимы. Такое прогнозирование позволит поддерживать температуру заготовок, независимо от их характеристик, в заданном диапазоне.

Для эффективного контроля температуры программа должна каждые 5 минут рассчитывать текущую температуру каждой заготовки в печи, учитывая время ее нахождения в каждой зоне, и прогнозировать оптимальную температуру для поддержания требуемых параметров.

3. Программа прогнозирования температуры заготовки на выходе

Программа реализована на языке Python и будет интегрирована в ПЛК для работы с многозонной печкой в цехе изображен на рисунке 1.

```
# Цикл по зонам
for zone_idx, (T_env_left, T_env_right, T_env_top, T_env_bottom) in enumerate(zone_temps):
    time_in_zone = zone_times[zone_idx]
    num_steps = int(time_in_zone / dt)  # Количество шагов по времени в текущей зоне

    # Цикл по времени (в пределах текущей зоны)
    for step in range(num_steps):
        T_new = T.copy()  # Создаем копию для нового шага

        # 1. Расчет температуры на границах (используем формулы 6 и 7)

        # Левая граница (x=0)
        for j in range(Ny):
            q_rad = epsilon_left * sigma * (((T_env_left)**4 - (T[0, j])**4))
            q_conv = k_left * (T_env_left - T[0, j])
            q_cond = lambda_ * (T[1, j] - T[0, j]) / dx
            T_new[0, j] = T[0, j] + dt / (rho * c * dx) * (q_rad + q_conv + q_cond)

        # Правая граница (x=H)
        for j in range(Ny):
            q_rad = epsilon_right * sigma * (((T_env_right)**4 - (T[Nx - 1, j])**4))
            q_conv = k_right * (T_env_right - T[Nx - 1, j])
            q_cond = lambda_ * (T[Nx - 2, j] - T[Nx - 1, j]) / dx
            T_new[Nx - 1, j] = T[Nx - 1, j] + dt / (rho * c * dx) * (q_rad + q_conv + q_cond)

        # Верхняя граница (y=L)
        for i in range(Nx):
            q_rad = epsilon_top * sigma * (((T_env_top)**4 - (T[i, Ny - 1])**4))
            q_conv = k_top * (T_env_top - T[i, Ny - 1])
            q_cond = lambda_ * (T[i, Ny - 2] - T[i, Ny - 1]) / dy
            T_new[i, Ny - 1] = T[i, Ny - 1] + dt / (rho * c * dy) * (q_rad + q_conv + q_cond)

         # Нижняя граница (y=0)
        for i in range(Nx):
            q_rad = epsilon_bottom * sigma * (((T_env_bottom)**4 - (T[i, 0])**4))
            q_conv = k_bottom * (T_env_bottom - T[i, 0])
            q_cond = lambda_ * (T[i, 1] - T[i, 0]) / dy
            T_new[i, 0] = T[i, 0] + dt / (rho * c * dy) * (q_rad + q_conv + q_cond)

        # 2. Расчет температуры внутри заготовки (используем формулу 4)
        for i in range(1, Nx - 1):
            for j in range(1, Ny - 1):
                T_new[i, j] = T[i, j] + alpha * dt * ((T[i + 1, j] - 2 * T[i, j] + T[i - 1, j]) / dx**2 + (T[i, j + 1] - 2 * T[i, j] + T[i, j - 1]) / dy**2)
```

Рис. 1. Программа прогнозирования температуры заготовки на выходе

Для функционирования программы на её вход подаются параметры заготовки и печи.

Параметры заготовки включают размеры, профиль, время нахождения в каждой зоне и теплофизические характеристики. Параметры печи включают температуру в каждой зоне и информацию о положении заготовки в печи (номер ячейки).

Затем программа, используя формулы (см. Рисунок 1), рассчитывает температуру заготовки в конце каждой зоны. Это позволяет более точно отслеживать изменения температуры заготовки и, в случае перегрева, снижать температуру в соответствующей зоне на заданную величину.

На выходе программа предоставляет итоговую температуру заготовки и её тепловую карту. Это обеспечивает возможность мониторинга температуры каждой заготовки, поступающей в печь, и поддержания оптимального температурного режима в печи.

В основе расчета температуры заготовки лежит уравнения теплопроводности в твердом теле, которое используется для вычисления выходного значения температуры. Следует также учитывать, что заготовка в печи нагревается с разных сторон, что приводит к различиям в уравнениях теплопроводности для каждой из сторон. Это усложняет решение задачи, однако не делает его невозможным.

Для повышения точности вычислений можно увеличить количество узлов сетки, с помощью параметров (Nx, Ny), однако это приведет к увеличению времени работы программы [8,9].

Вывод: Предложенный метод решения поставленной задачи является эффективным, поскольку программа, автоматически подставляя необходимые параметры заготовки, позволяет рассчитывать оптимальную температуру в печи. Это способствует значительному снижению количества заготовок, подверженных перегреву, что позволяет уменьшить процент брака, повышает качество конечной продукции и снижает затраты на переработку или утилизацию. Также более рациональное использование топлива в печах и является прямым следствием оптимизации температурного режима

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов, Р. А. Автоматизация литейных печей : учебное пособие : [16+] / Р. А. Богданов ; науч. ред. С. В. Давыдов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 160 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617587 (дата обращения: 18.12.2023). – Библиогр.: с. 153. – ISBN 978-5-9729-0713-7. – Текст : электронный.
2. Шухов Ю. В., Еленев С.А. Холодная штамповка / Ю.В Шухов, С.А Еленев – М: Изд-во Высшая школа, 1977. – 208 с.
3. Еременко Ю. И., Полещенко Д. А., Глущенко А. И. К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ БАЗЫ ПРАВИЛ НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ ПИ-РЕГУЛЯТОРА ПРИ УПРАВЛЕНИИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ //Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия. – 2016. – Т. 58. – №. 11. – С. 846-850.
4. Парсункин Б. Н., Самарина И. Г. Система автоматического энергосберегающего управления на основе математической модели газодинамического режима нагревательной методической печи //Электротехнические системы и комплексы. – 2017. – №. 2 (35).
5. Фомин А.В. Математическая модель зависимости расхода газа в зонах печи от производительности прокатного стана. / Металлург. 2023. № 2. С. 111-116.
6. Жуков, П. И. Алгоритмическая устойчивость и сложность процесса неявной адаптации сеточной модели нестационарной теплопроводности к нагреваемому веществу / П. И. Жуков, А. В. Фомин, А. И. Глущенко // Управление большими системами: сборник трудов. – 2023. – № 101. – С. 39-63. – DOI 10.25728/ubs.2023.101.3. – EDN QLKIMV.
7. Жуков, П. И. Построение зависимости температуры непрерывно литой заготовки от ретроспекции её нагрева / П. И. Жуков, А. И. Глущенко, А. В. Фомин // Системы управления и информационные технологии. – 2019. – № 4(78). – С. 73-78. – EDN JHPCRW.
8. Панферов, В. И. К решению задачи контроля температуры металла в АСУ ТП методических печей / В. И. Панферов, С. В. Панферов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 63-75.
9. Аюпов, Р. Ф. Использование современных информационных технологий в теплоэнергетике / Р. Ф. Аюпов, М. Р. Давлетшина // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 7-3(18-3). – С. 331-334. – DOI 10.12737/15196. – EDN VONFFV.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Азоркин А.А., студент
Научный руководитель – д.т.н., профессор **Глущенко А.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

В современном мире, благодаря стремительному развитию компьютерного зрения и машинного обучения, ключевым этапом работы с большими данными становится детекция объектов – процесс, который заключается не только в обнаружении, но и в последующей классификации различных объектов или событий в массивах информации. В рамках данной статьи будут рассмотрены наиболее эффективные и распространённые методы детекции объектов, применяемые для анализа данных, а также их практическая значимость в современных исследованиях.

Метод облачных точек, являясь одним из фундаментальных подходов в компьютерном зрении, находит применение в самых разных сферах благодаря своей простоте и высокой эффективности. Его суть заключается в выявлении групп пикселей или пространственных координат, образующих плотные скопления, которые могут соответствовать искомым объектам. В отличие от сложных нейросетевых алгоритмов, этот метод опирается на геометрические закономерности, что делает его менее ресурсоёмким, но при этом достаточно надёжным для ряда практических задач [1].

Ключевой принцип работы метода базируется на предположении, что объекты визуально проявляются как локальные скопления точек, обладающие определённой структурой. Анализируя их пространственное распределение, плотность и морфологические особенности, можно с высокой вероятностью идентифицировать целевые элементы изображения. Например, при обработке данных лидара или 3D–сканов подобный подход позволяет выделять объекты даже в условиях частичного перекрытия объектов, поскольку геометрические взаимосвязи точек остаются устойчивыми к некоторым видам помех.

Несмотря на преимущества, метод не лишён недостатков: его точность снижается при работе с динамически изменяющимися сценами или объектами сложной формы, где границы между точками размыты. Кроме того, эффективность алгоритма во многом зависит от качества исходных данных — при наличии шумов или неравномерного освещения результаты могут требовать дополнительной постобработки. Тем не менее, в ситуациях, где важна скорость обработки, а не абсолютная точность, этот подход остаётся одним из наиболее востребованных решений.

Метод пороговой обработки, несмотря на свою кажущуюся простоту, остается одним из базовых инструментов в задачах сегментации и детекции объектов. Его принцип действия основан на разделении пикселей изображения на две категории — объекты и фон — путем сравнения их интенсивности с заданным пороговым значением. Такой подход особенно эффективен в случаях, когда целевые объекты обладают выраженным контрастом по отношению к окружающему пространству, что позволяет выделять их без применения ресурсоемких алгоритмов.

Ключевое преимущество этого метода заключается в его вычислительной экономичности, что делает его незаменимым для задач, требующих оперативной обработки данных. Например, в системах реального времени, где критически важна скорость принятия решений, пороговая обработка демонстрирует высокую эффективность. Однако её применение ограничено сценариями с относительно стабильными условиями съемки — при изменении освещения, наличии сложных текстур или неоднородного фона точность метода значительно снижается.

В таких ситуациях простая бинаризация может приводить к появлению артефактов или потере значимых деталей, поскольку алгоритм не учитывает пространственные взаимосвязи

между пикселями. Для компенсации этих недостатков пороговую обработку часто комбинируют с морфологическими операциями или методами адаптивного порогового разделения, которые позволяют учитывать локальные особенности изображения [2].

Таким образом, несмотря на существующие ограничения, метод продолжает активно использоваться в качестве первичного этапа анализа, особенно в задачах, где важна скорость, а не абсолютная точность. Для более сложных случаев его целесообразно дополнять современными алгоритмами компьютерного зрения, такими как методы на основе машинного обучения, что в совокупности обеспечивает высокую надежность детекции объектов в разнородных условиях.

Каскадные классификаторы, представляя собой иерархическую систему фильтрации изображений, реализуют принцип последовательного отсева нерелевантных областей через серию специализированных классификаторов. Особенность данного подхода проявляется в его способности комбинировать вычислительную эффективность с достаточной точностью, что достигается за счет оптимизированного распределения ресурсов обработки между различными уровнями каскада.

На начальных стадиях обработки применяются простейшие классификаторы, работающие по принципу "грубой силы" – они мгновенно отбрасывают до 50–70% фоновых участков, используя элементарные признаки типа Хаара. По мере продвижения через каскад, алгоритм задействует всё более сложные модели, требующие дополнительных вычислительных затрат, но при этом анализирующие оставшиеся области с возрастающей точностью. Такая архитектура напоминает процесс сита, где на каждом последующем уровне ячейки становятся мельче, позволяя отсеивать всё менее очевидные ложные срабатывания [3].

С практической точки зрения, главное достоинство метода заключается в его адаптивности к различным условиям работы. В системах видеонаблюдения, например, где критически важна скорость обработки потока, каскадная структура позволяет достигать частоты 25–30 кадров/с даже на маломощных системах. При этом сохраняется приемлемая точность детекции – порядка 85–92% для стандартных задач распознавания лиц или транспортных средств.

Однако эффективность метода существенно зависит от качества обучения каждого классификатора в каскаде. Недостаточно представительная обучающая выборка или неправильный подбор параметров на отдельных ступенях могут привести к эффекту "каскадного накопления ошибок", когда ложное отсечение на ранних этапах делает невозможным корректную детекцию на последующих. Это особенно заметно при работе с нестандартными ракурсами объектов или в условиях сложного освещения.

В современных реализациях данный подход часто комбинируют с нейросетевыми алгоритмами, где каскадные классификаторы выполняют функцию предварительного отбора областей интереса, что позволяет сократить вычислительные затраты на обработку полного изображения глубокими моделями. Такие гибридные системы демонстрируют особую эффективность в задачах реального времени, сочетая преимущества традиционных и нейросетевых методов компьютерного зрения.

Глубокое обучение, являясь наиболее перспективным направлением машинного обучения, коренным образом изменило подходы к анализу данных и решению задач компьютерного зрения. В основе этой методологии лежат искусственные нейронные сети, обладающие уникальной способностью автоматически выявлять иерархические закономерности в исходных данных, что принципиально отличает их от традиционных алгоритмов, требующих ручного конструирования признаков. Особенность таких моделей проявляется в их способности последовательно извлекать признаки различного уровня абстракции – от простейших визуальных паттернов до сложных семантических характеристик объектов.

Современные архитектуры нейронных сетей, такие как сверточные модели, демонстрируют беспрецедентную точность в задачах детекции объектов, достигая показателей, которые в некоторых случаях превосходят человеческие способности визуального восприятия. Это стало возможным благодаря сочетанию трех ключевых

факторов: доступности больших размеченных датасетов, развитию вычислительных мощностей и появлению новых эффективных алгоритмов обучения. При этом стоит отметить, что прогресс в данной области носит кумулятивный характер – каждое новое исследование вносит вклад в развитие всего направления [4].

Практические применения методов глубокого обучения охватывают широчайший спектр областей – от медицинской диагностики, где они помогают выявлять патологии на ранних стадиях, до автономных транспортных систем, требующих мгновенного распознавания объектов в изменяющихся условиях окружающей среды. В промышленности такие алгоритмы используются для контроля качества продукции, в сельском хозяйстве – для мониторинга состояния посевов, а в системах безопасности – для идентификации потенциально опасных ситуаций. Примечательно, что эффективность этих решений продолжает расти по мере совершенствования архитектур нейросетей и методов их обучения.

Перспективы развития глубокого обучения связаны с несколькими важными тенденциями. Во–первых, это переход к более экономичным моделям, способным работать на мобильных устройствах без потери точности. Во–вторых, развитие методов обучения с ограниченным количеством размеченных данных, что особенно актуально для узкоспециализированных областей. В–третьих, интеграция с другими парадигмами искусственного интеллекта, что открывает возможности для создания по–настоящему интеллектуальных систем. Учитывая текущие темпы развития, можно с уверенностью утверждать, что глубокое обучение сохранит свою ключевую роль в машинном обучении как минимум на ближайшее десятилетие, продолжая трансформировать подходы к решению сложных практических задач.

Подводя итоги, необходимо подчеркнуть, что технологии обнаружения объектов постоянно эволюционируют, демонстрируя значительный прогресс в последние годы, что делает их неотъемлемым компонентом современных систем анализа данных. Следует учитывать, что различные подходы обладают специфическими характеристиками – одни демонстрируют исключительную точность при работе со сложными сценами, другие отличаются высокой скоростью обработки, что особенно ценно в системах реального времени.

Современные нейросетевые архитектуры и каскадные алгоритмы действительно устанавливают новые стандарты в области распознавания объектов, достигая показателей, которые еще несколько лет назад казались недостижимыми. Тем не менее, традиционные алгоритмы обработки изображений сохраняют свою актуальность для узкого круга задач, где критически важны такие параметры как скорость выполнения или минимальные требования к вычислительным ресурсам. Особенно это касается встроенных систем и устройств с ограниченной производительностью.

Сфера практического применения этих технологий продолжает расширяться, проникая в самые разные отрасли – от систем видеонаблюдения нового поколения до прецизионной медицинской диагностики и автономных транспортных средств. При этом ключевым аспектом успешной реализации становится грамотный выбор методики, который должен учитывать не только текущие требования к точности, но и такие факторы как масштабируемость решения, возможность работы в изменяющихся условиях и интеграцию с существующей инфраструктурой.

Перспективы развития методов детекции связаны с несколькими важными направлениями: совершенствованием алгоритмов для работы в условиях ограниченных данных, разработкой энергоэффективных моделей для мобильных устройств и созданием универсальных фреймворков, способных адаптироваться к различным предметным областям. В этой связи специалистам, работающим с анализом визуальных данных, действительно важно не только владеть существующими инструментами, но и отслеживать emerging–технологии в этой динамично развивающейся области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганиев М. А. Методы детекции объектов для анализа // Актуальные исследования. 2024. №10 (192). Ч.I. С. 48–51. URL: https://apni.ru/article/8697–metodi–detektsii–obektov–dlya–analiza (дата обращения: 04.04.2025)

2. Волков Владимир Юрьевич, Турнецкий Леонид Сергеевич Пороговая обработка для сегментации и выделения протяженных объектов на цифровых изображениях // Информационно–управляющие системы. 2009. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/porogovaya–obrabotka–dlya–segmentatsii–i–vydeleniya–protyazhennyh–obektov–na–tsifrovyh–izobrazheniyah (дата обращения: 05.04.2025).

3. Хамдамов У. Р., Умаров М. А., Умаров Х. А. Методы определения объектов на изображении // Вестник науки. 2019. №7 (16). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody–opredeleniya–obektov–na–izobrazhenii (дата обращения: 06.04.2025).

4. Тасполат Е. А., Қуандықов А. А. Нейронные сети для обнаружение объектов в реальном времени // Colloquium–journal. 2020. №31 (83). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye–seti–dlya–obnaruzhenie–obektov–v–realnom–vremeni (дата обращения: 06.04.2025).

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ АГРЕГАТОМ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Акишев Н.Д, студент
Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель **Анпилов А.О.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Оскольский электрометаллургический комбинат им. А.А. Угарова (ОЭМК) — предприятие чёрной металлургии, производитель спецсталей для автопрома и машиностроения**.** Расположено в районе города Старый Оскол Белгородской области. Входит в металлургический холдинг «Металлоинвест» [1].

Некоторые особенности комбината**:**

- Технология производства основана на прямом получении железа из руды. Это позволяет получать металл нового уровня качества, особо чистый по содержанию серы, фосфора и примесей цветных металлов.
- Плавка осуществляется электродуговым способом.
- Продукция востребована ведущими предприятиями автомобильной, машиностроительной, трубной, метизной, подшипниковой промышленности.
- Исходное сырьё — железорудный концентрат, который поступает на комбинат с Лебединского ГОКа.

На «ОЭМК им. А.А. Угарова» в электросталеплавильном цехе применяются агрегаты комплексной обработки стали (АКОС). Они используется для внепечной обработки стали, полученной, например, в дуговой сталеплавильной печи [2]. На агрегате комплексной обработки стали осуществляется дальнейшая обработка жидкой стали (удаление неметаллических включений, удаление газов из стали, удаление вредных примесей, формирование равномерного химического состава по всему объёму стали и др.), что обеспечивает получение заданных химических и физических свойств жидкой стали). В агрегате выполняются следующие технологические операции: раскисление, легирование, десульфурация, вдувание порошкообразных материалов, подогрев металла, продувка нейтральным газом.

Агрегат оборудован инжекционными установками для вдувания углеродсодержащего материала и извести, а также трайб–аппаратом для ввода порошкообразных материалов, заправленных в пластиковую оболочку, и алюминия. Вдувание порошка (инжекция) в ковш на агрегате комплексной обработки стали (АКОС) происходит в струе инертного газа (аргона или азота).

В настоящий момент АСУ ТП агрегата комплексной обработки стали (АКОС) выполняет по большей части информационную функцию, которая заключается в контроле технологических величин процессов таких как расход газа, температура нагрева электродов в АКОС, расход вдуваемого порошка и т.д.

Действующая АСУ ТП обладает необходимым функционалом для ручного дистанционного управления технологическим процессом вдувания порошка (инжекцией). В этот функционал входят: функции старта заполнения фурмы, старт вдувания и функция прерывания.

По своей структуре АСУ ТП выполнено в трехуровневом виде и представляет собой иерархию. На верхнем уровне системы располагается SCADA–система и операционная система. На среднем уровне автоматизации располагается программируемый логический контроллер. Нижний уровень автоматизации представлен разнообразными датчиками и исполнительными механизмами, в частности для регулирования подачи газа и воздуха на горение применяются МЭО, которые управляются вне контуров автоматического регулирования в ручном режиме дистанционно.

При модернизации системы управления необходимо предусмотреть автоматическое регулирование расхода порошка и давления газа. Для этого были разработаны

соответствующие контуры регулирования, функциональные схемы которых представленные на рисунках 1 и 2.

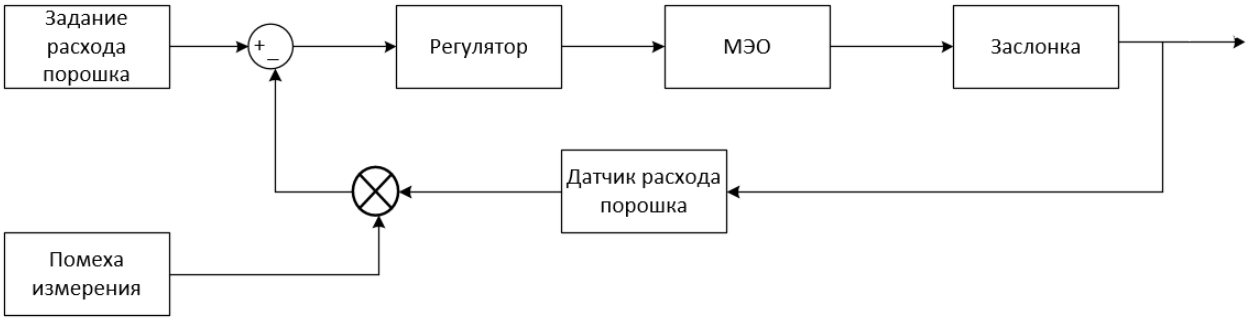


Рис. 1 – Функциональная схема контура регулирования расхода порошка

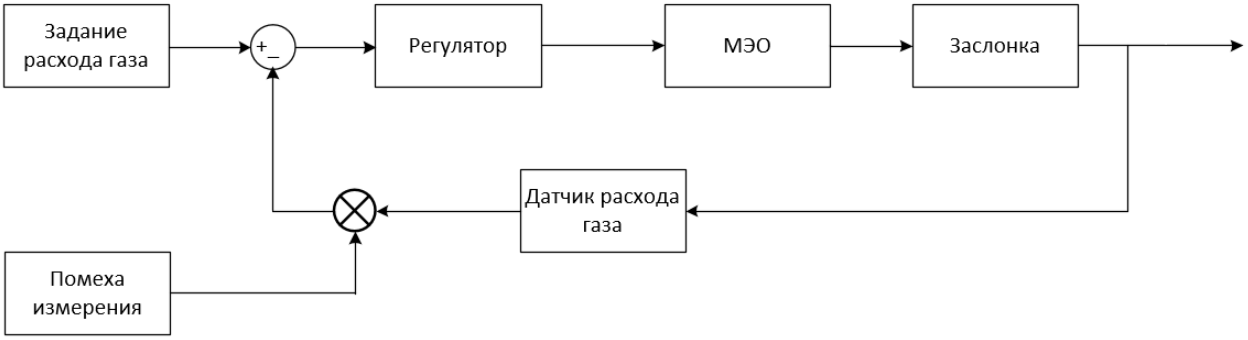


Рис. 2 – Функциональная схема контура регулирования расхода газа

Контур регулирования расхода порошка состоит из задатчика, регулятора, МЭО, заслонки и датчика расхода порошка. Данный контур работает следующим образом: сначала вычисляется рассогласование между заданием и текущим расходом порошка. Затем на основе полученного рассогласования регулятор рассчитывает управляющее воздействие, которое передаётся на МЭО и задвижку [3].

Контур регулирования расхода газа состоит из задатчика, регулятора, МЭО, заслонки и датчика расхода газа. Данный контур функционирует подобно контуру регулирования расхода порошка.

Ядром автоматизированной системы управления технологическим процессом является контроллер, осуществляющий сбор и обработку сигналов с полевого уровня, а также выработку управляющих воздействий на исполнительные механизмы на основе сигналов задания с верхнего уровня. Модернизация системы управления включает замену контроллера на отечественный аналог таким образом, чтобы весь функционал системы сохранился в прежнем виде и при этом была возможна её дальнейшая модернизация. Предполагается, что это позволит снизить зависимость от иностранных комплектующих, а также обеспечит быструю ремонтопригодность.

Замена будет производиться на контроллер REGUL R500, он входит в семейство программируемых контроллеров REGUL. Предназначен для сбора и обработки информации с первичных датчиков, формирования сигналов управления по заданным алгоритмам, приема и передачи информации по последовательным каналам связи. Контроллер может использоваться в составе АСУ ТП только на объектах гражданского назначения. Данный логический контроллер имеет низкую стоимость по отношению уже к установленному, большой функционал, низкое электропотребление, и лучшую совместимость по отношению к уже установленной SCADA–системе. Программирование и конфигурирование контроллера осуществляется с помощью программного обеспечения Astra.IDE.

Модернизация системы управления облегчит переход на отечественные аналоги в сфере автоматики и сделает более гибкой замену иностранных комплектующих на

предприятии. Также модернизация системы позволит повысить точность регулирования и уменьшить расхода газа и порошка в процессе легирования методом инжекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт ОЭМК имени А.А.Угарова [Электронный ресурс], URL https://www.metalloinvest.com/business/steel/oemk/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (Дата обращения 03.04.2024)

2. Юсфин Ю. С., Пашков Н. Ф. Металлургия железа: учебник для вузов / рецензент Г. Н. Еланский. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. — 464с.

3. Зыкин С. А., Катаева М. И. Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом на предприятии // Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь). — 2018. — Т. 1. — С. 139–140.

ПРИМЕНИЕ РЕГРЕСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧАХ НАГРЕВА МЕТАЛЛА

Алейник О.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Фомин А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (СТИ НИТУ «МИСиС»)

Предприятия чёрной металлургии активно применяют металлургические печи, среди которых особенно выделяются печи нагрева — установки, работающие на основе продуктов сгорания топлива, обеспечивающих высокие температуры. Более четверти всего используемого топлива идёт именно на нагрев металла. Повышенный расход топлива увеличивает себестоимость конечной продукции [1], поэтому крайне важно точно управлять такими объектами, ведь эффективное использование энергии играет ключевую роль в современных производственных процессах.

С каждым годом печи подвергаются усовершенствованию, и для этого проводятся исследования, направленные на изучение как физических аспектов печей, так и вопросов управления ими посредством изменения параметров ПИД–регуляторов [2].

Управление печами в большинстве случаев происходит с помощью классических ПИД–регуляторов [3]. Данный вид управления эффективен при температурных режимах, поскольку процессы в печах характеризуются инерционностью и медленной реакцией на управляющее воздействие. Регулятор способен компенсировать задержки и накапливающиеся ошибки, что позволяет поддерживать заданную температуру с минимальным отклонением. Благодаря высокой степени гибкости, обеспечиваемой возможностью настройки коэффициентов, можно добиться высокой точности управления системой.

Несмотря на значимость контура управления давлением, ему уделяется недостаточное внимание, хотя этот процесс играет ключевую роль в обеспечении стабильной и безопасной работы оборудования и, что особенно важно, способствует энергосбережению.

Классическая схема управления контуром давления представлена на рисунке 1. Однако данный метод управления не обеспечивает необходимый уровень точности. Это связано с тем, что во время выгрузки металла происходит открытие заслонок и нарушается герметичность печи, что вызывает резкое падение давления. Регулятор стремится восстановить давление путем закрытия шибера дымососа, но такая реакция ухудшает общее качество регулирования за счет колебания температур в различных зонах. Поэтому для повышения точности работы необходимо предиктивно управлять давлением [4].

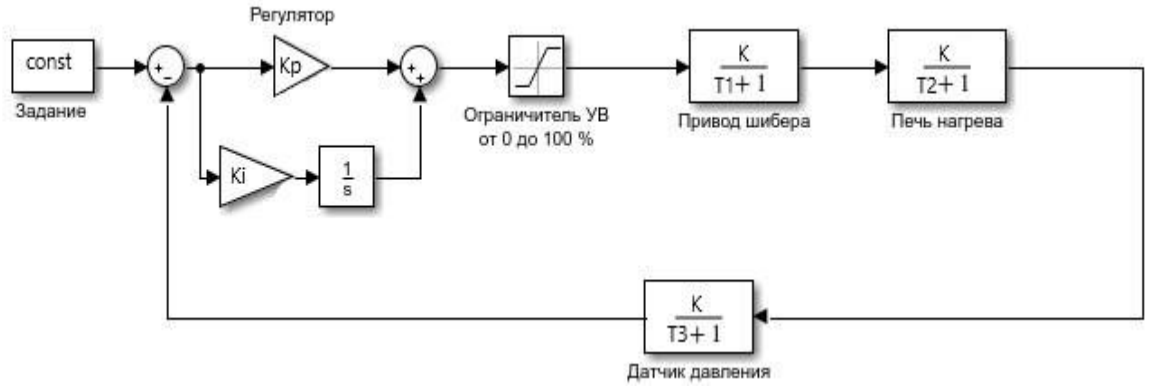


Рис. 1 – Классическая схема управления контуром давления

Давление в печи зависит от положения шибера, который регулирует поток дымовых газов в дымоход и влияет на текущую тепловую мощность печи. Эти процессы подчиняются

законам термодинамики, включая уравнение Менделеева–Клапейрона для идеальных газов, что помогает объяснить, как изменения в системе сказываются на давлении.

Данное уравнение имеет следующий вид:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (1)$$

где:

- P – давление, Па;
- V – объем печи, $м^3$;
- n – количество вещества, моль;
- R – постоянная Больцмана, которая равна 8,31431 Дж/(моль·К);
- T – температура, К.

Поскольку объем печи V и универсальная газовая постоянная R остаются неизменными, а температура T изменяется незначительно, давление P в идеальном газе зависит только от количества вещества, то есть от газовоздушной смеси n, и от положения шибера. Из данного уравнения можно прийти к выводу, что увеличение тепловой мощности будет вести к увеличению давления в печи.

Благодаря уравнению Менделеева–Клапейрона можно реализовать предиктивное управление давлением в печи. Данный метод будет реализован на основе регрессионного анализа – это набор статистических методов, используемый для оценки связей между параметрами. Он помогает выявить степень зависимости между ними и создать будущую зависимость [5].

Для решения большинства задач используется линейная модель

$$Y = a + bX \quad (2)$$

где:

- Y — зависимая переменная;
- X — независимая переменная (объясняющая);
- a – свободный член (сдвиг по оси OY);
- b – угловой коэффициент. Он указывает на поведение кривой (убывает или возрастает, угол между с осью).

a и b являются коэффициентами линейной регрессии. В их нахождении и заключается основная задача.

Для нахождения зависимости с помощью регрессионного анализа изначально необходимо собрать данные из различных систем слежения и архивирования АСУТП. К ним относится система визуализации WinCC 7.5 и система анализа ibaPDA. Затем произвести обработку данных, которая включает в себя валидацию, сортировку, обобщение, агрегацию и анализ.

В результате был проведен регрессионный анализ и выявлены зависимости, где внутрипечное давление зависит от расхода газа и положения шибера.

Регрессионное уравнение имеет вид:

$$Y = x_1 b - x_2 b + a \quad (3)$$

где:

- Y – зависимая переменная;
- b – коэффициент;
- a – открытие шибера;
- x – независимая переменная.

В ходе регрессионного анализа было получено значение R2 равное 0,49. По полученным данным, представленным на рисунке 2, получается следующее уравнение:

$$P = 0.00229F - 0.327U + 15.1 \quad (4)$$

где:

- P – текущее давление, Па;
- F – текущий расход газа, м3;
- U – процент открытия шибера, %;

- 7,73 – константа, которая представлена в формуле.

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,696816658
R-квадрат	0,485553454
Нормированный R-квадрат	0,485552462
Стандартная ошибка	1,25779433
Наблюдения	1036800

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*ачимость F*
Регрессия	2	1548138,424	774069,21	489283,453	0
Остаток	1036797	1640261,145	1,5820466		
Итого	1036799	3188399,568			

	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*	*Нижние 95%*	*Верхние 95%*	*Нижние 95,0%*	*Верхние 95,0%*
Y-пересечение	15,10390891	0,009158362	1649,1932	0	15,08596	15,12186	15,08596	15,12186
Переменная X 1	-0,32709623	0,000404136	-809,3716	0	-0,32789	-0,3263	-0,32789	-0,3263
Переменная X 2	0,002297007	2,39217E-06	960,22022	0	0,002292	0,002302	0,002292	0,002302

Рис. 2 – Регрессионный анализ

В ходе регрессионного анализа был получен коэффициент детерминации R2, который описывает общую дисперсию в процентном выражении и дает возможность оценить качество анализа, проведенного с помощью регрессии. В данном случае коэффициент указывает на среднее качество полученной зависимости.

После длительного мониторинга и анализа графиков и соотношений данных, было установлено, что проблема связана с открытием заслонок во время выгрузки металла. Из–за этого нарушается герметичность печи и происходит резкое падение давления. Данный параметр не учитывается в существующей системе управления, что приводит к недостаточной эффективности процесса и среднему качеству полученной регрессионной зависимости.

Предложенный подход с применением регрессионного анализа для предиктивного управления давлением представляет собой перспективную альтернативу ПИД–регулятору, однако полученные результаты показывают, что текущие модели требуют доработки. Для достижения более точного описания процессов и предиктивного управления давлением, необходимо учесть момент выгрузки металла, так как данный параметр оказывает существенное влияние на технологический процесс. Для этого понадобится собрать и обработать данные, выявить закономерности, влияющие на изменение давления в системе. На основе полученных результатов будет проведен регрессионный анализ, исключающий выгрузку металла из статистики. Такой подход позволит создать более точную модель, способную адекватно отражать реальные процессы в статическом состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков А.Б., Иванова А.А. Диагностика температурного состояния металла при его тепловой обработке в печах непрерывного действия // Металлург. 2018. № 4. С. 33–37.
2. Бирюков, А. Б. Методика прогнозирования теплотехнической эффективности использования рекуперативных горелок / А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиев, Я. С. Власов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 1. – С. 13–19.
3. Vilanova R., Visioli A. PID Control in the Third Millennium. Lessons Learned and New Approaches. – London: Springer, 2012. – 595 p
4. Фомин, А. В. Разработка функциональной схемы межконтурных взаимодействий в нагревательных печах на примере печей нагрева металла АО «ОЭМК им. А.А. Угарова» / А. В. Фомин // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 7. – С. 46–49. – DOI 10.25728/avtprom.2024.07.08. – EDN QTQENZ.
5. Фомин, А. В. Применение регрессионного анализа в задаче получения зависимости расхода газа в зонах печи от производительности прокатного стана / А. В. Фомин,

П. И. Жуков // Управление большими системами : труды XVIII Всероссийской школы–конференции молодых ученых, Челябинск, 05–08 сентября 2022 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Южно–Уральский государственный университет Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – С. 223–228. – EDN JBAQIB.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНА С ДОСТУПОМ ПО QR–КОДУ

Антипенко И.О., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Лазарева Т.И.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В современном мире цифровизация становится неотъемлемой частью повседневной жизни, и ресторанная индустрия не является исключением. Следуя текущим тенденциям в сфере общественного питания, было принято решение автоматизировать процесс обслуживания клиентов в ресторане «АВАНТАЖ», расположенного в городе Старый Оскол [1].

Одним из ключевых инновационных решений стало внедрение электронных меню, которые существенно упрощают взаимодействие между клиентом и заведением. Использование электронного меню позволяет посетителям быстро просматривать блюда, добавлять их в заказ и получать актуальную информацию о составе, калорийности и наличии ингредиентов. Это особенно важно для людей с особыми диетическими предпочтениями или аллергиями, так как электронное меню может быть легко настроено для отображения специфических фильтров.

Одним из главных преимуществ электронного меню является значительная экономия времени на обслуживание клиентов. Традиционно официанту приходится тратить время на объяснение состава блюд, рекомендации и запись заказов вручную. Электронное меню автоматизирует этот процесс: гости самостоятельно выбирают блюда, а система вносит заказы в базу данных. Это минимизирует вероятность ошибок.

Рассмотрим процесс обслуживания клиентов после внедрения системы электронного меню (рисунок 1). Видно, что каждый этап занимает определенное количество времени. Процесс приготовления блюда и прием пищи клиентом – независимые переменные, на них мы никак не можем повлиять. Но стоит обратить внимание на человеческий фактор. Благодаря системе электронного меню время на взаимодействие клиента с официантом сокращается до 8 – 16 минут.

С точки зрения персонала, электронное меню упрощает работу официантов, позволяя им сосредоточиться на качественном обслуживании, а не на рутинных задачах. Официант может использовать планшет для быстрой проверки статуса заказа или предоставления дополнительной информации о блюдах. Это повышает уровень сервиса и создает положительное впечатление у клиентов, что, в свою очередь, способствует увеличению лояльности и повторных визитов.

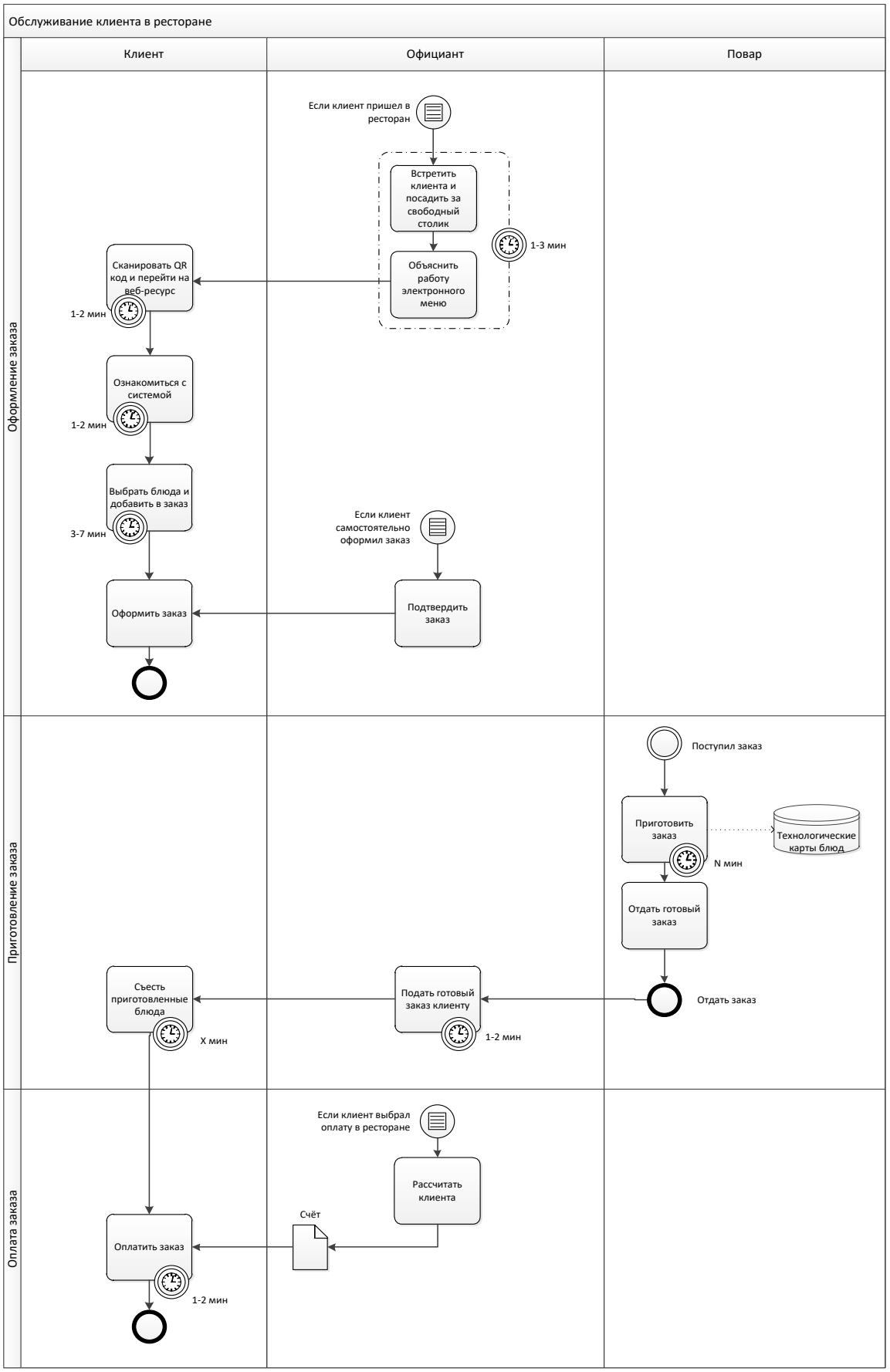


Рис. 1 – BPMN модель бизнес–процесса после автоматизации

Кроме того, использование электронного меню помогает ресторанам сократить расходы на печать их бумажных вариантов. Печать меню требует не только финансовых затрат на материалы и дизайн, но и регулярного обновления при изменении состава блюд или цен.

Электронное меню позволяет оперативно вносить изменения без дополнительных затрат, что делает его более экологичным и экономически выгодным решением.

Изначально рассматривался вариант приобретения уже готового программного продукта, доступного на территории России, но многие из них содержат свои ограничения:

− iMenu: электронное меню в ресторанах, барах и кафе: использование ограничено территориально, так как компания оказывает услуги по автоматизации ресторанов в Москве и Московской области. Также система требует дополнительной закупки оборудования [2];

− iRECA:Меню: меню работает только в связке с приложениями iRECA: Официант, либо Трактиръ: Front–office. Также существуют ограничения для мобильных устройств, связанные с требуемыми техническими характеристиками [3];

− Электронное меню от daze project доступно только пользователям тарифов iikoCloud [4].

Поэтому было принято решение о самостоятельной разработке электронного меню с доступом по QR–коду, которое будет отвечать всем необходимым требованиям и иметь уникальный дизайн.

Выделим некоторые нефункциональные требования к разрабатываемой системе:

1. Интерфейс должен корректно отображаться на различных устройствах (смартфонах, планшетах) и в разных браузерах;
2. Система должна обладать приятным интерфейсом и интуитивно понятной навигацией.

Возможные действия пользователя, в системе представлены на рисунке 2.

Для входа в систему пользователю необходимо сканировать QR–код, который будет находиться на столе в ресторане. Перейдя по ссылке, клиент попадает на главную страницу, где может ознакомиться с общей информацией о ресторане «АВАНТАЖ». С помощью выпадающего меню с главной страницы клиент может перейти в меню или посмотреть свой заказ.

На странице «Меню» представлены блюда, разделенные по категориям. Пользователь может добавить понравившуюся позицию в заказ, сразу изменить количество и посмотреть информацию о составе каждого представленного блюда, калорийности, весе порции и соотношении белков, жиров и углеводов. Также на странице расположено навигационное меню, которое присутствует на всех других страницах, кроме «Главной».

Перейдя на страницу «Мой заказ», пользователю видны все блюда, которые он добавлял в заказ, с возможностью редактирования их количества. Сумма заказа рассчитывается автоматически. Клиент также может добавить комментарий к заказу.

После нажатия кнопки «Заказать», происходит переход на страницу с оплатой заказа, на которой видна краткая информация о сформированном заказе в виде таблицы. По желанию пользователь может оставить чаевые официанту, обслуживавшему его. Сумма к оплате автоматически изменится. Ниже расположен выбор оплаты заказа: оплата наличными в ресторане, оплата картой в ресторане, оплата заказа онлайн. В первых двух вариантах к гостю подойдет официант для проведения оплаты. Во втором случае клиент оплачивает заказ самостоятельно через приложение банка.

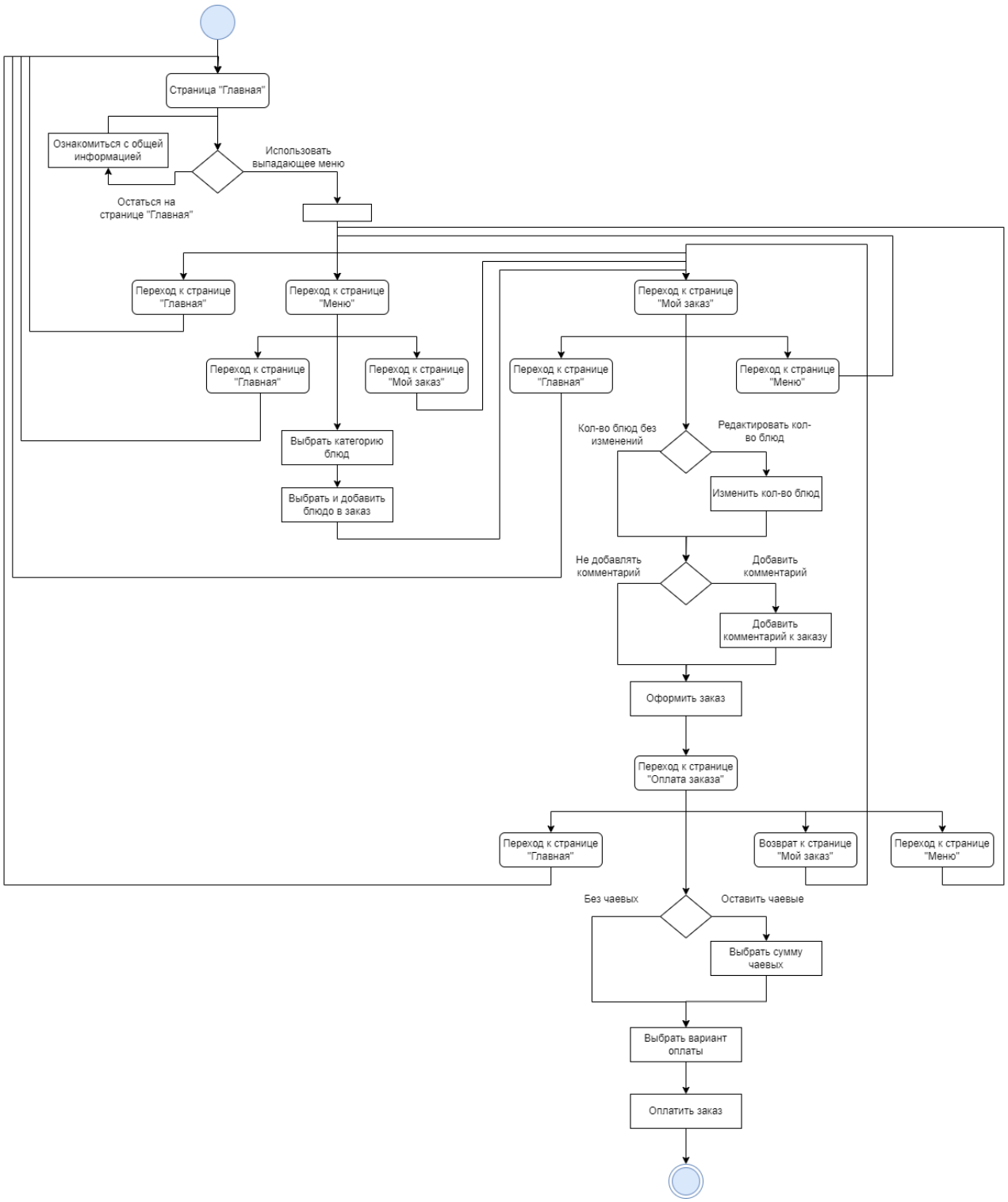


Рис. 2 – Диаграмма деятельности клиента

В долгосрочной перспективе использование электронного меню повысит конкурентоспособность ресторана. Современные потребители ценят удобство, технологичность и экологичность. Ресторан, который предлагает инновационные решения, автоматически выделяется среди конкурентов и привлекает более широкую аудиторию. Это особенно важно для молодого поколения, которое активно пользуется цифровыми технологиями в повседневной жизни.

Таким образом, внедрение электронного меню в ресторане — это не просто модная тенденция, а стратегическое решение, которое приносит множество выгод: от экономии времени и денег до повышения уровня обслуживания и удовлетворенности клиентов — преимущества очевидны. В условиях растущей конкуренции и стремления к устойчивому

развитию электронное меню становится неотъемлемым инструментом для успешного ведения бизнеса в ресторанной индустрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информация об ООО «АВАНТАЖ ПЛЮС» [Электронный ресурс] //URL: https://checko.ru/company/avantazh–plyus–1023102365384
2. Сайт для создания электронного меню iMenu [Электронный ресурс] //URL: https://kafe–soft.ru/imenu–elektronnoe–menu
3. Сайт для создания электронного меню iRECA:Меню [Электронный ресурс] //URL: https://ireca.ru/menu/
4. Сайт для создания электронного меню от daze project [Электронный ресурс] //URL: https://dazeproject.ru/electronic_menu/

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ДИСКОВЫМ ВАКУУМ–ФИЛЬТРОМ

Ануфриев Д.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель, **Анпилов А.О.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Фильтрация – процесс обезвоживания пульпы до необходимой влажности. На обогатительной фабрике АО «Лебединский ГОК» применяются дисковые вакуум–фильтры. Цех обогащения №2 имеет 36 дисковых вакуум–фильтров, сгруппированных по 9. В качестве фильтров используется ДШ–100х2.5у. Для создания разрежения во внутренней полости секторов дисков вакуум–фильтра используются 19 вакуум–насосов. Для отдувки и очистки вакуум–фильтров используются две турбинные воздуходувки.

В нижней части дискового вакуум–фильтра имеется ванна, выше которой установлен опорный вал, приводимый в движение приводом. На валу установлены диски. Они разделены на сектора и обтянуты фильтровальной тканью. С торца вала находятся распределительные головки.

При работе вакуум–фильтра его диски последовательно проходят 3 зоны (рис.1). На представленной диаграмме видно, что секторы дисков сначала проходят через зону набора (1), где они погружаются в пульпу. При этом на фильтровальную ткань налипает слой осадка. Это происходит при помощи высокого вакуума, подаваемого в полость секторов. Далее, как только сектор диска выносится из пульпы, он попадает в зону сушки (2), где подаётся более высокий вакуум, который активно удаляет влагу из налипшего осадка. Наконец, когда сектор переходит в зону отдувки (3) поток сжатого воздуха, подаваемый в полость секторов, сушит фильтровальную ткань и сбивает обезвоженный концентрат в разгрузочный карман.

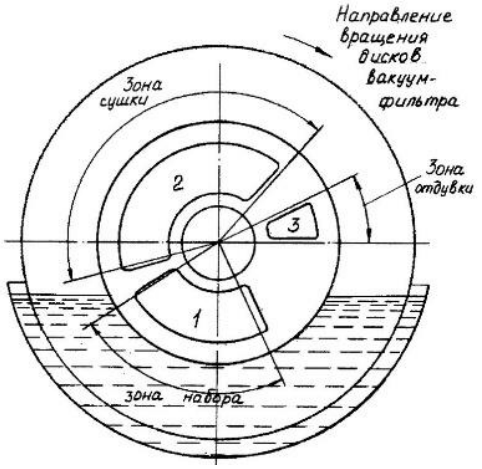


Рис. 1 – Зоны вакуум–фильтра

Проведя анализ действующей АСУ ТП было установлено, что, в сущности, она соответствует трехуровневой архитектуре, имеется SCADA–система верхнего уровня, для которой реализованы в WinCC экранные формы, обладающие достаточной информативностью. Средний уровень представляет собой устаревший и неподдерживаемый программируемый логический контроллер, а нижний уровень представлен набором датчиков и исполнительных механизмов, имеющих определённые недостатки. Множество датчиков, как например датчики перелива ванны фильтра, датчики давления и разрежения имеют разные стандарты подключения, сенсоры и преобразователи установлены в разных местах, что затрудняет эксплуатацию. Кроме того, из–за устаревших датчиков на полевом уровне присутствует подключения 0 – 5 В, 0 – 10 В, вместо современных 4 – 20 мА, которые

позволяют идентифицировать разрывы и неисправности датчиков на устройствах сбора сигналов.

Тем не менее, главной проблемой действующей АСУ ТП является режим управления вакуумным насосами, который представляет собой дискретные включения групп насосов при повышении производительности участка и отключении их при понижении. Это приводит к крайне неэффективному по затратам энергоресурсов режиму работы [1]. Существующая система управления предполагает, что имеется фиксированное количество включенных вакуумных насосов, которые работают постоянно, создавая низкий вакуум в общем коллекторе. Если после включения очередного вакуум–фильтра в коллекторе наблюдается падение давления, то включают следующую группу насосов, которые избыточно работают в номинальном режиме, а дальнейшие понижение давления в коллекторе регулируют поворотным клапаном вручную. Таким образом удается удерживать фиксированное давление в коллекторе. Отсутствие обратной связи и контура регулирования не позволяет динамически управлять мощностью вакуумных насосов, и они создают избыток давления, который корректируется сбросовыми клапанами и поворотными задвижками в зонах высокого вакуума.

ВВН–300 являются мощными вакуум–насосами, потребляющими порядка 410 кВт мощности в час, которые в большинстве времени работают в номинальном режиме, что провоцирует существенные экономические издержки. Кроме ВВН–300, в системе также имеется воздуходувка ТВ–1500, которая также работает в номинале и никак не регулируется. Всё это провоцирует значительный перерасход электроэнергии, при этом, опыт модернизации вакуум–фильтров ЦО–1 продемонстрировал, что имеется возможность добиться существенного повышения энергоэффективности путем внедрения частотного регулирования приводами вакуумных насосов.

На основе проведенного анализа было решено поставить задачи на модернизацию действующей АСУ ТП участка вакуум–фильтров ЦО–2 с целью повышения их энергоэффективности.

1. Спроектировать систему управления вакуумными насосами с замкнутой обратной связью для более точного регулирования давления в коллекторах низкого и высокого вакуума;
2. Предусмотреть установку частотных преобразователей на приводы вакуумных насосов для повышения их энергоэффективности.

Была разработана система двухступенчатого регулирования разрежения, включающая в себя: контур регулирования разрежения в зоне сушки осадка и контур регулирования разрежения в зоне набора осадка. Разрежение в зоне набора осадка влияет на производительность фильтра и на влажность выходного продукта, величина разрежения в зоне сушки осадка влияет только на влажность концентрата [2, 3]. Контур регулирования разрежения в зоне сушки осадка содержит задатчик, регулятор, вакуумметр, объект управления и внутренний контур регулирования расхода вакуумного воздуха, включающий в себя регулятор ограничитель, преобразователь частоты, привод и датчик расхода воздуха. В контуре регулирования разрежения в зоне сушки осадка и в контуре регулирования расхода вакуумного воздуха был использован ПИ–регулятор.

Контур регулирования разрежения в зоне набора осадка содержит задатчик, регулятор, задвижку с МЭО и вакуумметр. В контуре регулирования разрежения в зоне набора осадка в качестве регулятора было использовано трёхпозиционное реле. Функциональная схема разработанной системы двухступенчатого регулирования разрежения представлена на рисунке 2.

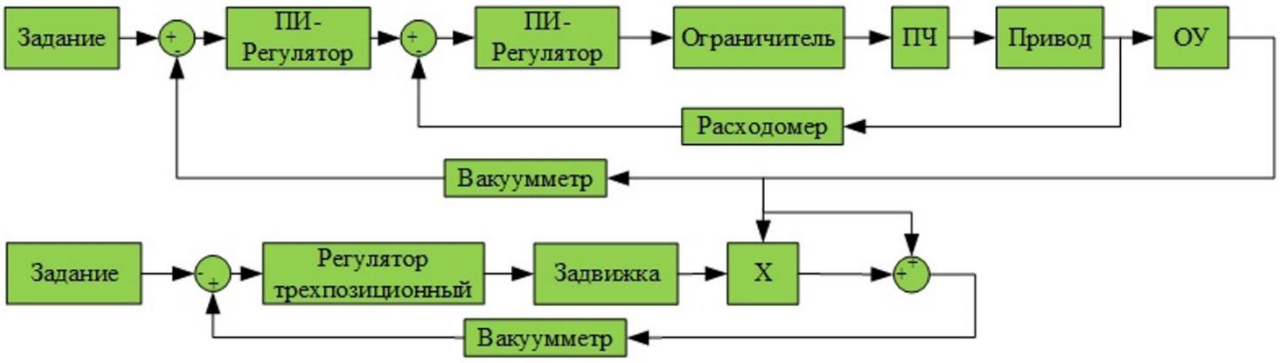


Рис. 2 – Функциональная схема системы двухступенчатого регулирования разрежения

Затем была построена математическая модель системы двухступенчатого регулирования разрежения, представленная на рисунке 3. Проведена настройка регуляторов. При моделировании на 15 минуте в обоих контурах регулирования разрежения была смена задания. Затем на 30 минуте в контур регулирования разрежения в зоне сушки осадка было подано ступенчатое возмущающее воздействие. Результаты моделирования представлены на рисунках 4 и 5.

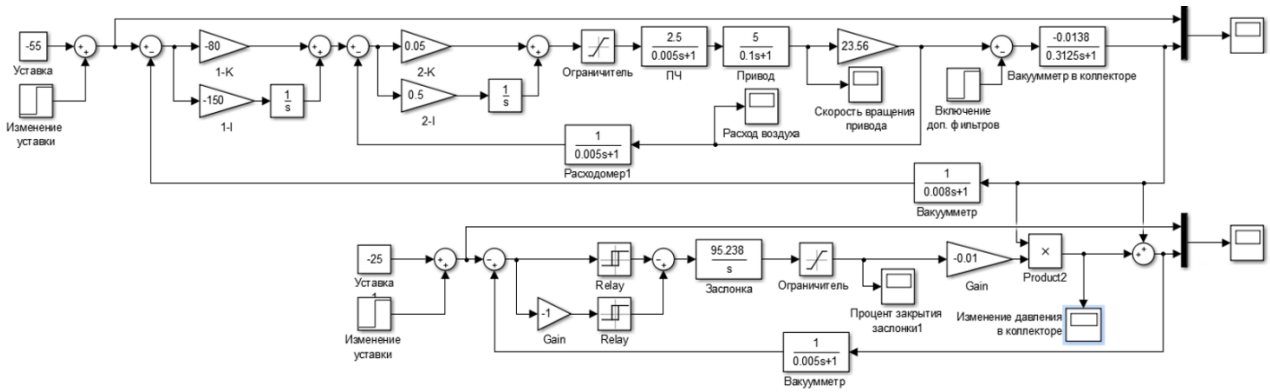


Рис. 3 – Математическая модель системы двухступенчатого регулирования разрежения

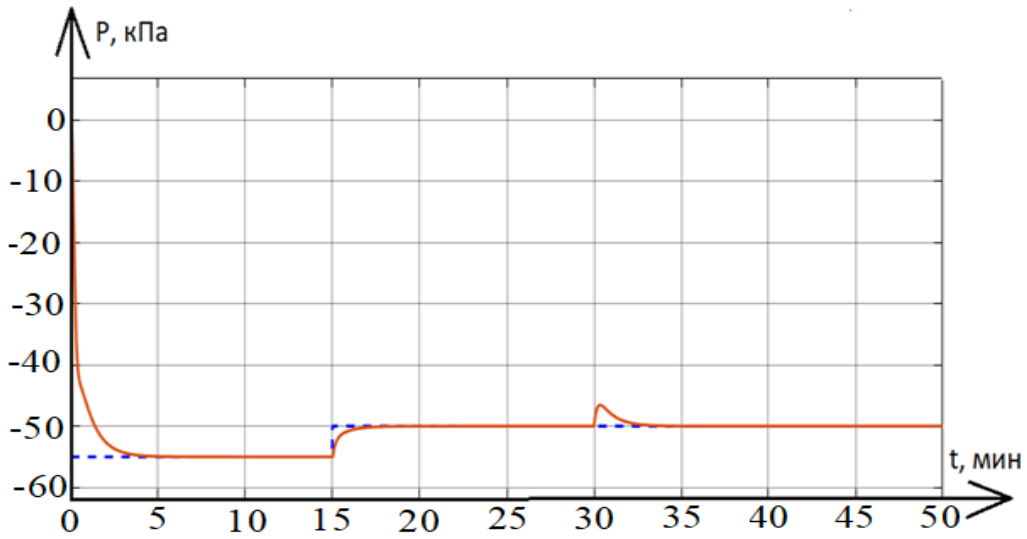


Рис. 4 – График переходного процесса в контуре регулирования разрежения в зоне сушки осадка

По графику, представленному на рисунке 4 видно, что при смене задания в контуре регулирования разрежения в зоне сушки осадка система выходит на новую уставку за

3 минуты без перерегулирования, колебательности и статической ошибки. При подаче возмущения оно было скомпенсировано системой в течение 3 минут.

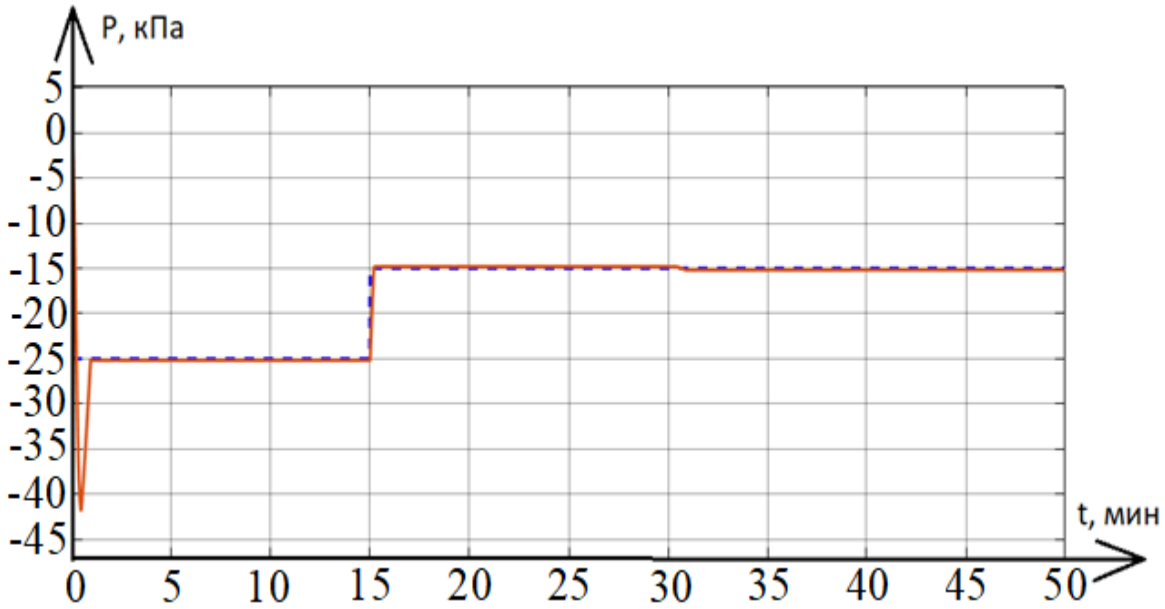


Рис. 5 – График переходного процесса в контуре регулирования разрежения в зоне набора осадка

По графику, представленному на рисунке 5 видно, что при смене задания в контуре регулирования разрежения в зоне набора осадка система выходит на новую уставку за 30 секунд без перерегулирования, колебательности и статической ошибки. При подаче возмущения на контур регулирования разрежения в зоне сушки осадка вторая подсистема зоны набора осадка также скомпенсировала данное возмущение.

Как можно заметить, спроектированная и смоделированная система обладает хорошими показателями качества, в графиках переходных процессов отсутствует перерегулирование, а также колебания или статическая ошибка. Следовательно, структура и коэффициенты регуляторов подобраны верно.

Внедрение разработанной системы позволит улучшить качество технологического процесса, позволит сократить издержки на ремонт и обслуживание основных компонентов вакуум–системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фёдоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУ ТП: Проектирование и разработка. Учебно–практическое пособие – М.: Инфра–инженерия, 2008, 928 с.

2. Гольберт, Ю.С. Процессы и оборудования для обезвоживания руд / Ю. С. Гольберт, –М.: Недра, 1977. – 168 с.

3. Гольберт, Ю.С. Процессы концентратов черных металлов / Ю. С. Гольберт, –М.: Недра, 1986. – 182 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ПРОДУВКИ СТАЛИ УГОЛЬНЫМ ПОРОШКОМ

Атрошенко В.Н., студент
Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель **Анпилов А.О.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Внепечная обработка стали (ВОС) — это комплекс технологических операций, выполняемых вне сталеплавильного агрегата (например, конвертера или дуговой печи) для улучшения качества стали. Она проводится в ковше или специальных установках (ковш–печь, вакууматоры, установки циркуляционного рафинирования и др.) [1].

Основные цели внепечной обработки:

- Удаление вредных примесей (сера, фосфор, водород, азот, кислород);
- Корректировка химического состава (доводка содержания углерода, легирующих элементов);
- Регулирование температуры стали перед разливкой;
- Улучшение структуры металла [2].

Корректировать химический состав на этапе внепечной обработки стали можно разными методами, одним из которых является продувка жидкой стали углеродом. Обычно, в качестве углерода выступает графит или кокс, реже, как в случае с «ОЭМК им. А.А. Угарова» для этих целей применяют угольную пыль.

Чаще всего продувку угольной пылью используют для раскисления жидкой стали. Это процесс, при котором углерод в составе расплава вступает в реакцию с углеродом, образуя углекислый газ. Процесс протекает у поверхности расплава, в результате чего углекислый газ удаляется [3].

Угольный порошок транспортируется при помощи инертного газа, который не реагирует с расплавом – аргоном. Транспортный газ уносит угольную пыль, попадая в расплав, он создает большое количество пузырьков, которые устремляются к поверхности. В процессе движения пузыри интенсивно перемешивают металл и выносят на поверхность стали неметаллические включения, включая и упомянутый ранее углекислый газ [3].

На сегодняшний день в электросталеплавильном цехе «ОЭМК им. А.А. Угарова» используется следующая установка для продувки стали угольным порошком (рис.1). Данная установка состоит из: 1) бункера; 2) диспенсера; 3) манипулятора–перемешивателя (фурмы); 4) контрольно–измерительных прибором; 5) регулирующей и запорной арматуры.

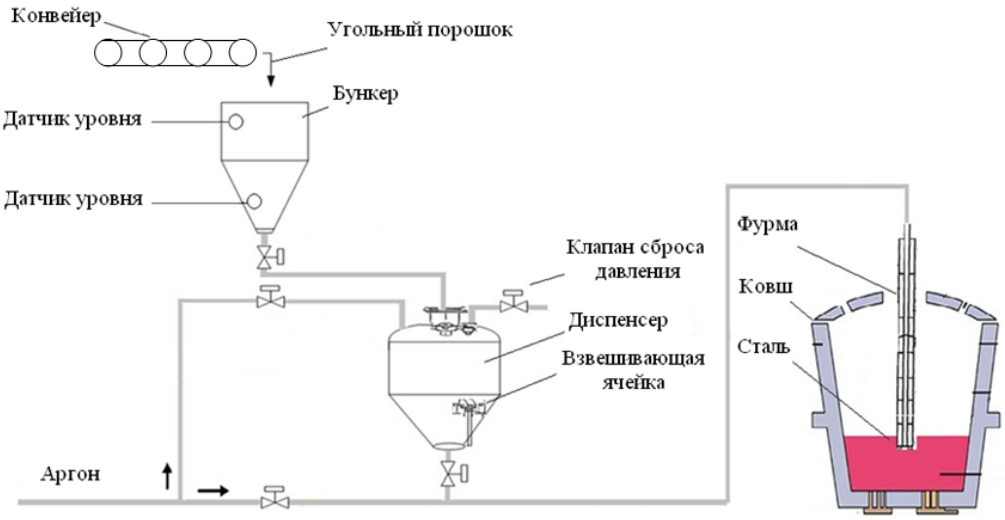


Рис. 1 – Схема установки продувки стали угольным порошком

Основным транспортным газом для вдувания в расплав является аргон, который подается в диспенсер, откуда из бункера подается угольная пыль. В диспенсере происходит нагнетание и поддержание рабочего давления, что позволяет обеспечивать вдувание газо–угольной смеси в расплав.

На сегодняшний день, действующая АСУ ТП имеет следующие недостатки:

1. Качество обработки стали на установке продувки углеродом зависит от человеческого фактора, так как расчет вдуваемого угольного порошка для определенной марки стали осуществляется оператором вручную.
2. Интенсивность подачи угольного порошка регулируется дистанционно вручную.
3. При различной интенсивности подачи не изменяется расход транспортного газа. Уменьшение интенсивности вдувания требует увеличения расхода транспортного газа и наоборот. Если вдувать угольный порошок слишком быстро, то он не будет успевать растворяться в расплаве и будет сгорать у поверхности.

В качестве модернизации системы управления технологическим процессом продувки угольным порошком было предложено разработать контур регулирования давления в диспенсере. Он состоит из задатчика давления, регулятора давления, ограничителя, датчика давления, диспенсера и внутреннего контура регулирования расхода, который состоит из: регулятора расхода аргона, ограничителя, позиционера, задвижки и датчика расхода. Функциональная схема контура регулирования давления в диспенсере представлена на рисунке 2.

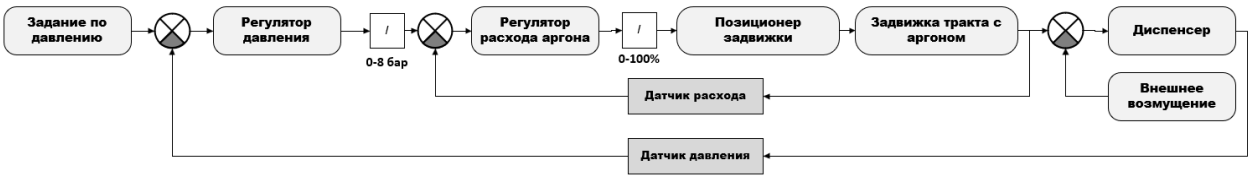


Рис. 1 – Функциональная схема контура регулирования давления в диспенсере

В качестве регуляторов давления и расхода аргона использовались ПИ–регуляторы, которые имеют следующую математическую модель:

$$U(e(t)) = k_p \cdot e(t) + k_i \cdot \int_0^t e(t)dt \qquad (1)$$

где k_p – это коэффициент пропорциональной части регулятора; k_i – коэффициент интегральной части регулятора; $e(t)$ – это рассогласование между фактическим значением некоторой величины и уставкой.

Контур регулирования давления в диспенсере работает следующим образом: находится рассогласование между заданием и текущем давлением аргона. На основе полученного рассогласования регулятор вычисляет управление. Оно через ограничитель передаётся во внутренний контур регулирования расхода аргона в качестве задания. Во внутреннем контуре также определяется рассогласование между заданием и текущим расходом аргона. На его основе регулятор рассчитывает управление, которое через ограничитель передаётся на исполнительный механизм.

В дальнейшем была разработана математическая модель контура регулирования давления в диспенсере в MATLAB Simulink. Она представлена на рисунке 3.

Было выполнено моделирование с целью определить значения коэффициентов регуляторов, входящих в состав контура регулирования. Для анализа работы контура регулирования на 50 минуте было подано возмущение. Графики, полученные в результате моделирования, представлены на рисунке 4.

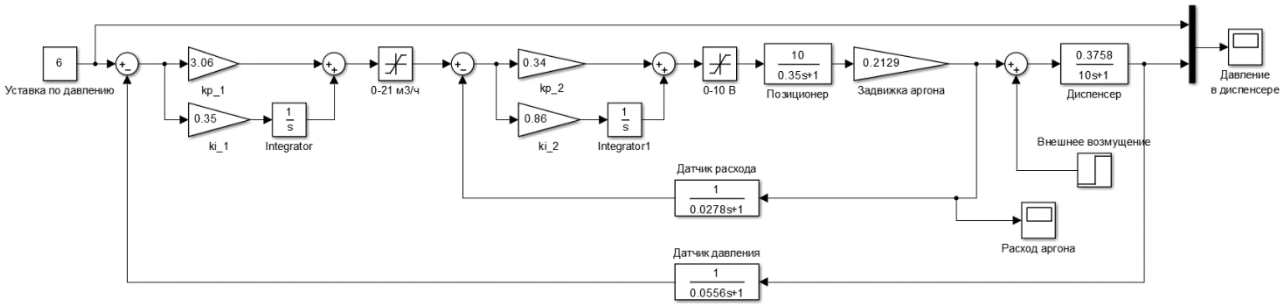


Рис. 2 – Математическая модель контура регулирования давления в диспенсере

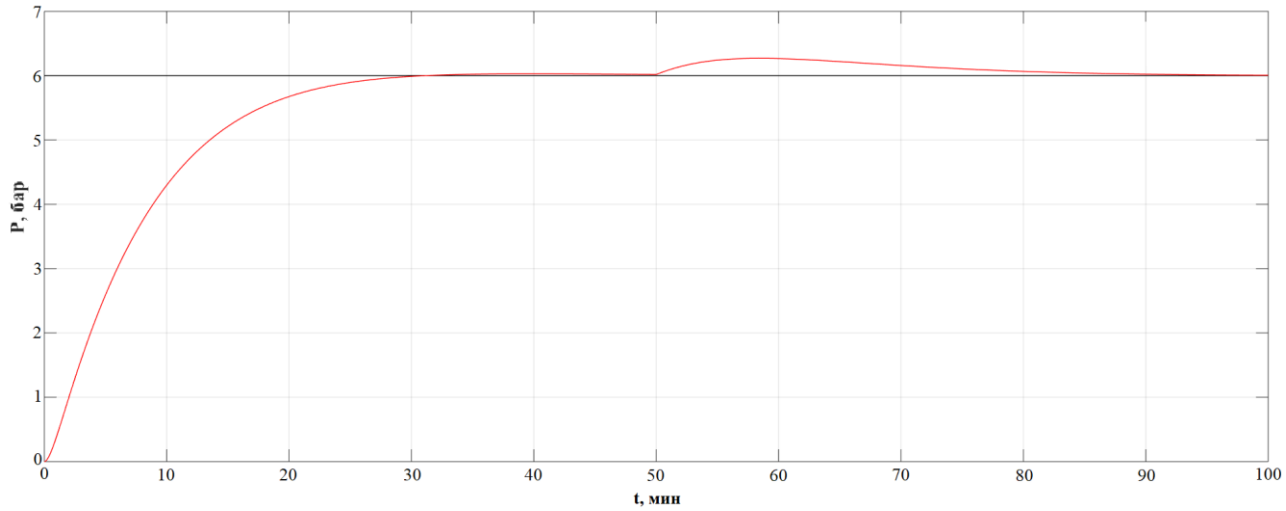


Рис. 3 – График переходного процесса

На рисунке 4 красный график – давление в диспенсере, чёрный – уставка. По красному графику видно, что на задание система выходит за 30 минут без перерегулирования, колебательности и статической ошибки. На пятидесятой минуте на систему было подано возмущение. Оно было полностью скомпенсировано за 35 минут без колебательности и статической ошибки. По результатам моделирования можно сделать вывод, что структура и коэффициенты регуляторов в системе выбрано верно.

В работе был рассмотрен технологический процесс продувки расплавленной стали углеродом (угольной пылью), который применяется на этапе АКОС №2 ЭСПЦ АО «ОЭМК им. А.А. Угарова». Были выделены основные недостатки действующей АСУ данного технологического процесса. Предложен контур регулирования давления в диспенсере и разработана его математическая модель.

Результаты моделирования позволили подобрать оптимальные значения коэффициентов регуляторов давления и расхода аргона в диспенсере. Внедрение предложенного контура регулирования позволит повысить качество управления и снизить расход аргона и угольного порошка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Внепечная обработка чугуна и стали / Кудрин В.А. – М.: Металлургия, 1992. – 337 с.

2. Макаревич А. Н., Ратников П. Э. Методы совершенствования технологии и оборудования для выплавки стали в ДСП //Металлургия XXI столетия глазами молодых. – 2016. – С. 37–39.

3. Мурзин А. В. Разработка технологии науглероживания металла при выплавке трубных сталей с использованием полупродукта ДСП: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.16. 02 : дис. – б. и., 2016.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ ОТЖИГА

Баранюков А.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель **Анпилов А.О.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Прокатное производство, завершая металлургический цикл, основывается на принципах непрерывности и поточности, что позволяет широко применять автоматизацию и механизацию. Разнообразие механического оборудования обусловлено конструктивными особенностями и функциональным назначением, а современный прокатный стан включает свыше двухсот механизмов, обеспечивающих многостадийную обработку металла.

Заготовка, прошедшая зачистку, подаётся в нагревательные печи, затем через гидросбив направляется в черновую группу клетей, после чего, в зависимости от требуемого профиля, поступает на мелкосортную или среднесортную линию, следуя установленной технологической карте.

Печи отжига играют существенную роль в обеспечении требуемых свойств металла и предотвращении негативных дефектов. Термообработка проката нацелена на уменьшение твёрдости для повышения удобства дальнейшей механической обработки, выравнивание структуры и снятие внутренних напряжений, формирующихся при предыдущих операциях. Поскольку отжиг требует жёсткого соблюдения заданного температурного режима, любые отклонения от согласованной технологической карты могут отрицательно сказаться на физико–механических свойствах и однородности конечного продукта [1].

Поскольку процесс отжига играет ключевую роль в формировании окончательной структуры металла, определяя его механические свойства, однородность зеренной структуры, твёрдость и пластичность, любая неточность в выдержке температурных режимов или отклонение в составе защитной атмосферы может привести к образованию дефектов, ухудшающих прочностные характеристики материала [1].

Важность описанного технологического процесса заключается в его определяющем влиянии на качество, эксплуатационные характеристики и долговечность металлопроката, что обусловлено совокупностью факторов, связанных как с термообработкой, так и с условиями, в которых она осуществляется.

На сегодняшний день действующая система регулирования термических процессов в печах отжига основывается на поколении контроллеров SIMATIC S5, которые за длительный период эксплуатации продемонстрировали ряд проблем и ограничений.

Во–первых, отработанные ресурсы оборудования и программного обеспечения S5 приводят к росту вероятности сбоев: с возрастом компоненты чаще выходят из строя, что создаёт угрозу незапланированных остановок технологического процесса.

Во–вторых, контроллеры S5 недостаточно производительны при обработке большого количества данных, особенно с учётом современных требований к аналитике в режиме реального времени Кроме того, они плохо масштабируются и не позволяют гибко интегрировать новые функции [2].

Целью модернизации системы является внедрение модернизированной системы автоматизации, основанной на современных программируемых логических контроллерах (PLC) семейства SIMATIC S7. Это позволит не только повысить надёжность управления технологическим процессом, но и существенно расширить возможности его оптимизации за счёт глубокой интеграции с промышленными сетями и современными системами визуализации.

Разработанная система управления состоит из контура регулирования температуры в печи, контура регулирования расхода природного газа, контура регулирования расхода воздуха и контура регулирования расхода защитного газа. Была построена математическая модель разработанной системы управления.

Контур регулирования температуры в печи представляет собой сложную подсистему, включающую в себя несколько функциональных блоков, обеспечивающих точное поддержание заданного температурного режима. В начале процесса уставка температуры, задаваемая оператором или системой управления, фиксируется в блоке Step, который передаёт соответствующее значение в управляющий контур. Данное значение является опорной точкой, с которой в дальнейшем сравниваются фактические показания температуры, поступающие от датчиков, установленных в различных зонах печи.

Для определения разницы между заданным и текущим значением температуры используется блок sum, выполняющий математическое вычисление рассогласования [2]. Полученный результат направляется в ПИ–регулятор, который, обрабатывая поступающие данные, корректирует управляющее воздействие, обеспечивая тем самым плавность переходных процессов и устраняя нежелательные колебания температуры. Поскольку динамика нагрева печи подвержена инерционным процессам, ПИ–регулятор учитывает не только моментальные отклонения, но и накопленный интегральный эффект, позволяя системе адаптироваться к изменениям температуры и стабилизировать температурный режим.

Контур регулирования расхода природного газа работает следующим образом. После того как управляющее воздействие (задание по расходу природного газа), полученное в контуре регулирования температуры, передаётся в контур вычисляется рассогласование между заданием и текущим расходом природного газа. На основе полученного рассогласования ПИ–регулятор вычисляет необходимое управление и передаёт его на исполнительный механизм (задвижку), с помощью которого производится изменение расхода газа.

Контур регулирования расхода воздуха играет важную роль в поддержании стабильного температурного режима в печи, поскольку точное соотношение воздуха и газа непосредственно влияет на эффективность горения и равномерность нагрева заготовок. В основе данного контура лежит коэффициент, который определяет соотношение между подачей топлива и окислителя, а также значение уставки по расходу воздуха. Она рассчитывается как произведение коэффициента и значения текущего расхода природного газа.

После того как уставка (задание по расходу воздуха), передаётся в контур вычисляется рассогласование между заданием и текущим расходом воздуха. На основе полученного рассогласования ПИ–регулятор вычисляет необходимое управляющее воздействие и передаёт его на исполнительный механизм (задвижку), регулирующий подачу воздуха.

Контур регулирования расхода защитного газа представляет собой подсистему автоматического управления, предназначенную для поддержания оптимального количества кислорода в зоне отжига, что обеспечивается посредством взаимодействия нескольких функциональных блоков. В качестве исходного значения уставки используется параметр, заданный в блоке Constant, который определяет требуемый уровень содержания кислорода в технологическом процессе. Блок sum рассчитывает величину рассогласования между установленным и фактическим значениями содержания кислорода, что позволяет выявлять отклонения системы от заданного режима. Полученное рассогласование передается на регулятор, который, реализуя пропорционально–интегральный закон регулирования вычисляет управление и передаёт его на исполнительный механизм. Это способствует повышению качества переходного процесса, минимизируя колебания и обеспечивая плавность выходного сигнала [3]. Математическая модель системы управления печью отжига представлена на рисунке 1.

Работа печи отжига металла состоит из нескольких этапов. На первоначальном этапе, предусматривающем сушку футеровки, температура изменяется по заранее установленному режиму, что позволяет исключить резкие термические градиенты, способные привести к механическим повреждениям структуры футеровочного материала.

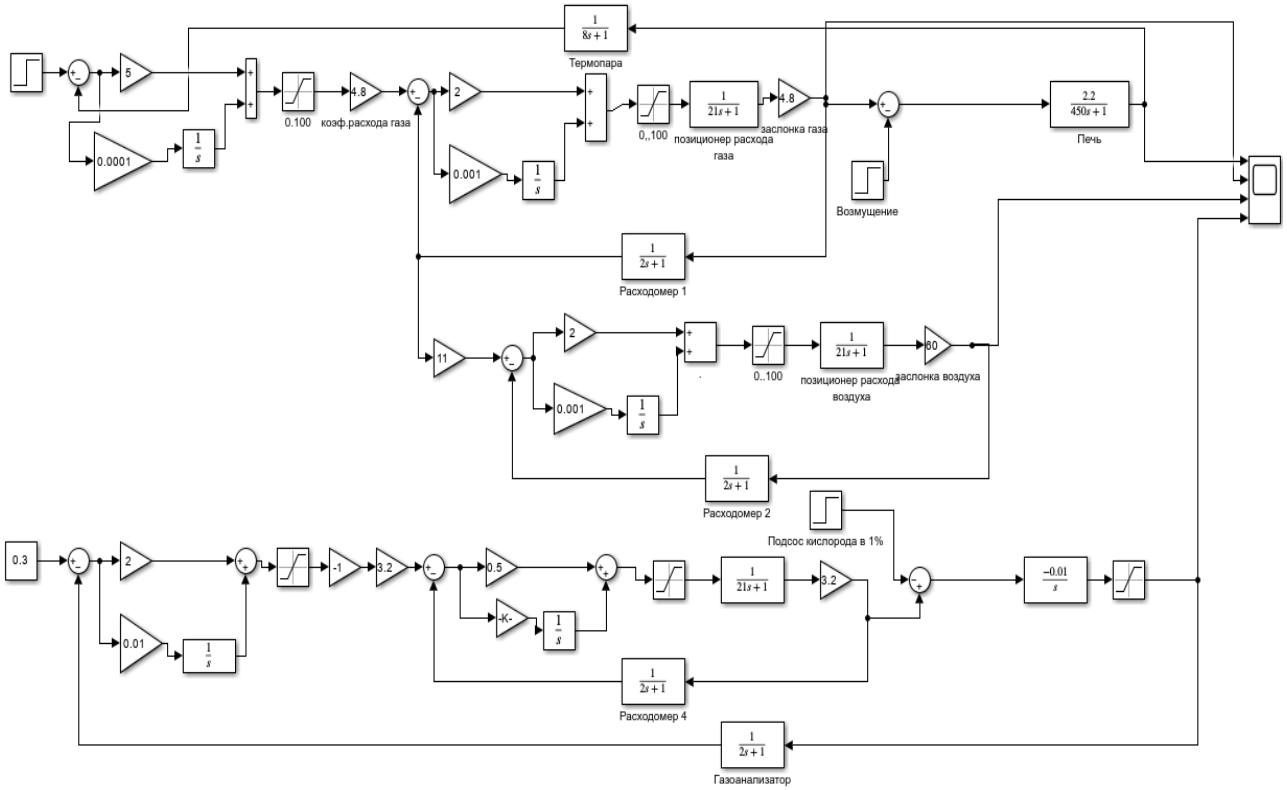


Рис. 1 – Математическая модель системы управления печью отжига

После завершения этапа сушки, сопровождающегося удалением остаточной влаги и упрочнением футеровки, начинается последующий этап – постепенный вывод печи на рабочую температуру, при котором система регулирования обеспечивает стабильное повышение температуры вплоть до достижения значения 760 градусов Цельсия. При этом исключаются нежелательные перегревы или температурные перепады, способные отрицательно сказаться на долговечности футеровки и равномерности теплового режима внутри печи. График переходного процесса по температуре, полученный при моделировании, показан на рисунке 2.

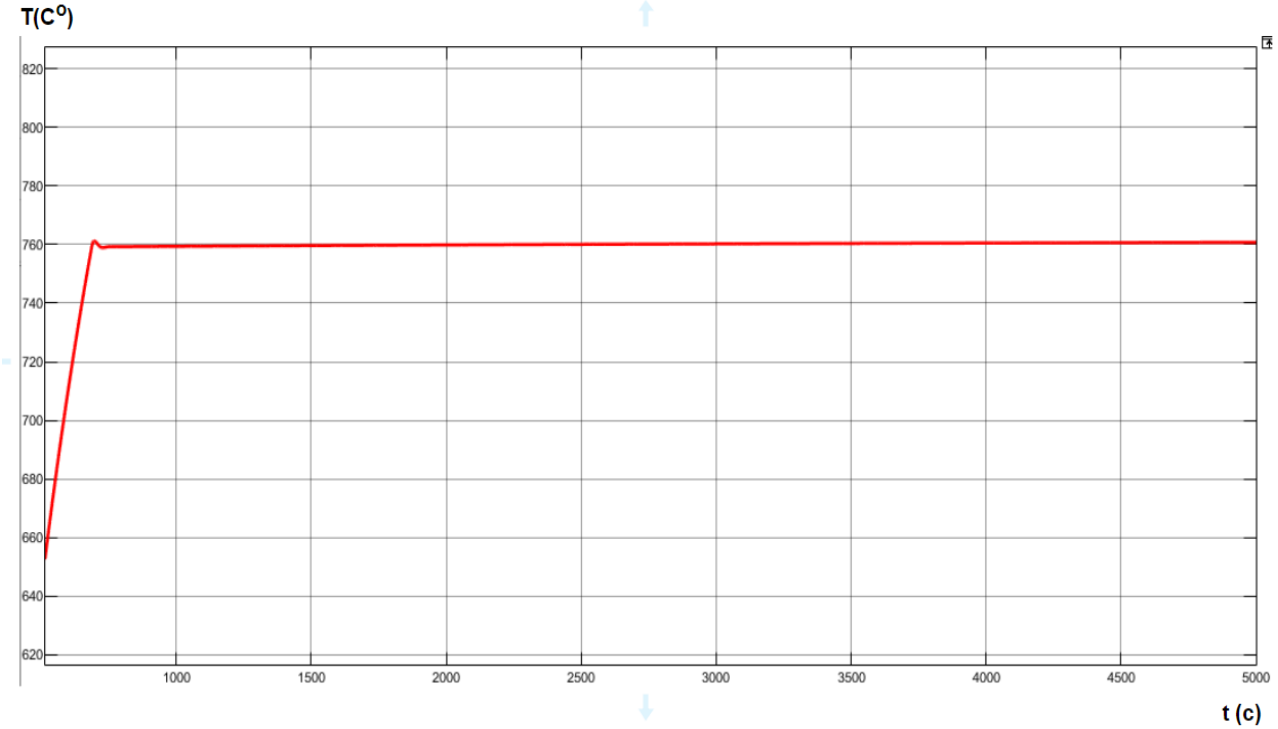


Рис. 2 – График переходного процесса по температуре

Достижение результата, представленного на рисунке 2, стало возможным благодаря оптимальной настройке параметров регулятора, который, анализируя текущие отклонения температуры от заданного значения, формирует соответствующее управляющее воздействие, позволяя минимизировать ошибку и исключить колебания температуры.

Одновременно с этим, в процессе регулирования производится точное поддержание соотношения газ/воздух на уровне 1:11, что позволяет гарантировать стабильность горения и отсутствие перерасхода топлива.

Таким образом, благодаря комплексному подходу к настройке системы управления печью отжига, включающему точное регулирование температуры в печи и стабилизацию параметров газовоздушной смеси, обеспечивается не только высокая точность переходного процесса, но и оптимальные условия эксплуатации печи, способствующие повышению её энергоэффективности и долговечности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Термообработка металлов газом в печах с защитной атмосферой [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: http://промтехгаз.рф/termoobrabotka–metallov–gazom/ (дата обращения: 28.03.2025).

2. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/2019_07_03_01.pdf (дата обращения: 28.03.2025).

3. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1611651339.pdf (дата обращения: 28.03.2025)

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП ПЕЧИ ОТЖИГА СПЦ–2 АО «ОЭМК ИМ. А.А. УГАРОВА»

Батищев Ю.А., студент
Научный руководитель –к.т.н., доцент, **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Основной целью данной статьи является освещение разработки математической модели контура стабилизации температуры в печи нагрева СПЦ–2 АО «ОЭМК им. А.А. Угарова».

Перед тем как производить моделирование вложенного контура по газу, составим принципиальную схему, отражающую взаимосвязь элементов разрабатываемого контура.

Разработанная функциональная схема представлена на рисунке 1.

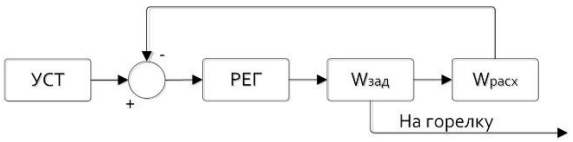


Рис. 1 – Функциональная схема стабилизации расхода газа

В качестве регулятора в функциональной схеме применяется трёхпозиционное реле.

Данный регулятор как привило используется для управления механизмами электрическими однооборотными или по–другому МЭО.

Если представлять работу трёхпозиционного реле в виде системы функций, то получится следующее.

$$U(t)=\begin{cases}1,\ e_в(t)>p_H\\ 0,\ p_L\le e_в(t)\le p_H\\ -1,\ e_в(t)<p_L\end{cases} \quad (1)$$

Согласно системе уравнений (1) видно, что если входное значение по величине более чем порог чувствительности, данный порог подбирается самостоятельно, то реле выдаст на выходе значение равное одному. Если значение, приходящее на реле менее чем нижний порог чувствительности, то выходом реле будет значение минус единицы. Если входное значение находится между верхним и нижним пределом, то реле никак на это не реагирует, то есть выдаёт значение равное нулю.

Для описания исполнительного механизма представляющую собой задвижку будет использовать интегральное звено. Формула (2) представлена ниже.

$$W_{\text{Зад.Г.}}(s)=\frac{k_{\text{Зад.Г.}}}{T_{\text{Зад.Г.}}\cdot s} \quad (2)$$

На вход модели задвижки будет поступать сигнал с трёхпозиционного регулятора, заставляющий задвижку закрываться или открываться, выходом же будет выступать степень, на которую задвижка открыта в данный момент времени.

Для нахождения коэффициента усиления данной модели необходимо произвести расчёт зависимости входа от выхода. Зная, что при максимальном значении задвижка открыта на 100 процентов, а сигнал, поступающий с регулятора равен одному, получим, что коэффициент усиления для данного интегрирующего звена будет равен 100.

Для определения постоянной времени воспользуемся паспортными данными механизма. Согласно паспорту, время полного оборота механизма, при котором он из полностью закрытого состояния открывается равняется 0,417 минуты.

Следовательно, зная все нужные нам значения, произведём их подстановку в формулу (3).

$$W_{\text{Зад.Г.}}(s) = \frac{100}{0{,}417 \cdot s} \quad (3)$$

Для предотвращения ситуаций, когда система захочет открыть задвижку более чем на 100 процентов или закрыть больше нем на 0 процентов, будет использоваться блок ограничения.

В области Upper limit задаётся верхний предел по степени открытия, для нас это сто процентов, а в области Lower limit соответственно максимальная степень закрытия, ноль процентов.

При этом стоит заметить, что с модели задвижки выходит процент её открытия, а не расход газа, для того чтобы преобразовать расчёт проценты в расход необходимо выполнить следующие вычисления представление в формуле (4).

$$K_{\text{Г.}}(s) = \frac{G_{\text{Г.}}}{b_{\text{Г.}}} \quad (4)$$

В числителе данной формулы располагается расход газа, максимальный. В числителе дроби находится процент открытия. Зная, что максимальный расход равен 300 м^3/мин, а степень открытия соответственно 100 процентам выполним вычисления.

$$K_{\text{Г.}}(s) = \frac{G_{\text{Г.}}}{b_{\text{Г.}}} = \frac{300}{100} = 3$$

$$K_{\text{Г.}}(s) = 3 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Для моделирования датчика расхода будет использовано апериодическое звено первого порядка в соответствии с формулой (5).

$$W_{\text{Расх.Г.}}(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1} \quad (5)$$

Числитель передаточной функции для датчиков равняется одному. А значение постоянной времени точно вычислить нельзя, но зная, что оно крайне мало, примем его равным 0,001. Исходя из всего выше сказанного, получим модель следующего вида.

$$W_{\text{Расх.Г.}}(s) = \frac{1}{0{,}001 \cdot s + 1}$$

Далее был построен вложенный контур по расходу воздуха. В данном контуре производится управление подачей воздуха на горелки находящиеся в зоне печи.

Перед тем как производить моделирование вложенного контура, составим принципиальную схему отражающую взаимосвязь элементов разрабатываемого контура.

Разработанная функциональная схема представлена на рисунке 2.

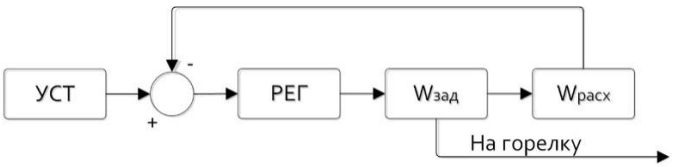


Рис. 2 – Функциональная схема стабилизации расхода

В качестве регулятора в функциональной схеме применяется трёхпозиционное реле.

Данный регулятор как привило используется для управления механизмами электрическими однооборотными или по–другому МЭО.

Если представлять работу трёхпозиционного реле в виде системы функций, то получится следующее.

$$U(t) = \begin{cases} 1, & e_в(t) > p_H \\ 0, & p_L \le e_в(t) \le p_H \\ -1, & e_в(t) < p_L \end{cases} \quad (6)$$

Согласно системе уравнений (6) видно, что если входное значение по величине более чем порог чувствительности, данный порог подбирается самостоятельно, то реле выдаст на выходе значение равное одному. Если значение, приходящее на реле менее чем нижний порог чувствительности, то выходом реле будет значение минус единицы. Если входное значение

находится между верхним и нижним пределом, то реле никак на это не реагирует, то есть выдаёт значение равное нулю.

Для описания исполнительного механизма представляющую собой задвижку будет использовать интегральное звено. Формула (7) представлена ниже.

$$W_{\text{Зад.В.}}(s) = \frac{k_{\text{Зад.В.}}}{T_{\text{Зад.В.}} \cdot s} \quad (7)$$

На вход модели задвижки будет поступать сигнал с трёхпозиционного регулятора, заставляющий задвижку закрываться или открываться, выходом же будет выступать степень, на которую задвижка открыта в данный момент времени.

Для нахождения коэффициента усиления данной модели необходимо произвести расчёт зависимости входа от выхода. Зная, что при максимальном значении задвижка открыта на 100 процентов, а сигнал, поступающий с регулятора равен одному, получим, что коэффициент усиления для данного интегрирующего звена будет равен 100.

Для определения постоянной времени воспользуемся паспортными данными механизма. Согласно паспорту, время полного оборота механизма, при котором он из полностью закрытого состояния открывается равняется 0,417 минуты.

Следовательно, зная все нужные нам значения, произведём их подстановку в формулу (8).

$$W_{\text{Зад.Г.}}(s) = \frac{100}{0{,}417 \cdot s} \quad (8)$$

Для предотвращения ситуаций, когда система захочет открыть задвижку более чем на 100 процентов или закрыть больше нем на 0 процентов, будет использоваться блок ограничения.

В области Upper limit задаётся верхний предел по степени открытия, для нас это сто процентов, а в области Lower limit соответственно максимальная степень закрытия, ноль процентов.

При этом стоит заметить, что с модели задвижки выходит процент её открытия, а не расход газа, для того чтобы преобразовать расчёт проценты в расход необходимо выполнить следующие вычисления представление в формуле (9).

$$K_{\text{Г.}}(s) = \frac{G_{\text{Г.}}}{b_{\text{Г.}}} \quad (9)$$

В числителе данной формулы располагается расход воздуха, максимальный. В числителе дроби находится процент открытия. Зная, что максимальный расход воздуха равен 3500 м^3/мин, а степень открытия соответственно 100 процентам выполним вычисления.

$$K_{\text{Г.}}(s) = \frac{G_{\text{Г.}}}{b_{\text{Г.}}} = \frac{3500}{100} = 35$$

$$K_{\text{Г.}}(s) = 35 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Для моделирования датчика расхода будет использовано апериодическое звено первого порядка в соответствии с формулой (10).

$$W_{\text{Расх.Г.}}(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1} \quad (10)$$

Числитель передаточной функции для датчиков равняется одному. А значение постоянной времени точно вычислить нельзя, но зная, что оно крайне мало, примем его равным 0,001. Исходя из всего выше сказанного, получим модель следующего вида.

$$W_{\text{Расх.Г.}}(s) = \frac{1}{0{,}001 \cdot s + 1}$$

Последним этапом является моделирование контура по температуре, функциональная схема которого представлена на рисунке 3.

На схеме с блока уставки задание поступает на блок рассогласования, на котором производится расчёт невязки между значение температуры, заданной оператором и значением температуры измеренной термопарой в зоне печи. Далее получившийся результат поступает на блок ПИ–регулятора, которой на основе поступающей на него информации формирует задание на расход природного газа для контура по расходу газа. Задание на контур по расходу воздуха формируется путём умножения фактического расхода газа, получаемого с контура по

расходу газа, но умноженное на коэффициент соотношения газа и воздуха. В обратно связи по температуре установлен датчик температуры.



Рис. 3 – Функциональная схема контура по регулированию температуры

Печь как объект управления лучше всего моделировать по средствам апериодического звена первого порядка. Описывать модель печи нагрева будет формула, представленная ниже (11).

$$W_{T.}(s) = \frac{K_{T.}}{T_{T.} \cdot s + 1} \tag{11}$$

Для определения постоянной времени воспользуемся информацией с производства. По словам оператора, печь выходи на задание примерно за 40–60 минут активной работы. Провести более точный расчёт не представляется возможным ввиду того, что учесть все факторы, которые влияют на это практически невозможно, а проведение эксперимента невозможно из–за больших затрат на природный газ, а также из–за плотного режима технологической цепочки. Поэтому зная, что постоянная времени равняется одной трети от времени переходного процесса, получим что она, равняется 20.

Для поредения коэффициента нам уже понадобится формула (12).

$$K_{T.}(s) = \frac{T}{G_{г.}} \tag{12}$$

Согласно представленной выше формуле, коэффициент усиления прямо пропорционален температуре и обратно пропорционален расходу газа, который эту температуру обеспечивает. Максимальный расход газа равняется 300 м^3/мин, а максимальная температура, которая обеспечивается сжиганием такого количества газа примерно равняется 1750 градусам Цельсия. Следовательно, можем приступить к расчёту коэффициента усиления.

$$K_{T.}(s) = \frac{T}{G_{г.}} = \frac{1750}{300} = 5{,}83$$

$$K_{T.}(s) = 5{,}83 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{м}^3/\text{мин}}$$

Следовательно,

$$W_{T.}(s) = \frac{5{,}83}{20 \cdot s + 1}$$

Для моделирования датчика температуры будет использовано апериодическое звено первого порядка в соответствии с формулой (10).

$$W_{Tем.}(s) = \frac{K_{Tем.}}{T_{Tем.} \cdot s + 1} \tag{13}$$

Числитель передаточной функции для датчиков равняется одному. Временя переходного процесса для данного датчика по паспортным данным, примерно равняется 1,2мин. Следовательно выполним расчёт в соответствии с формулой (14).

$$T_{Tем.} = \frac{1{,}2}{4} = 0{,}3 \tag{14}$$

$T_{Tем.} = 0{,}3$ мин

Тогда получим,

$$W_{Tем.}(s) = \frac{1}{0{,}3 \cdot s + 1}$$

В качестве регулятора использовался ПИ–регулятор, который можно описать формулой (15).

$$W_{\text{рег}}(s) = K_{\text{П}} + \frac{K_{\text{И}}}{s} \quad (15)$$

В результате была получена математическая модель, представленная на рисунке 4.

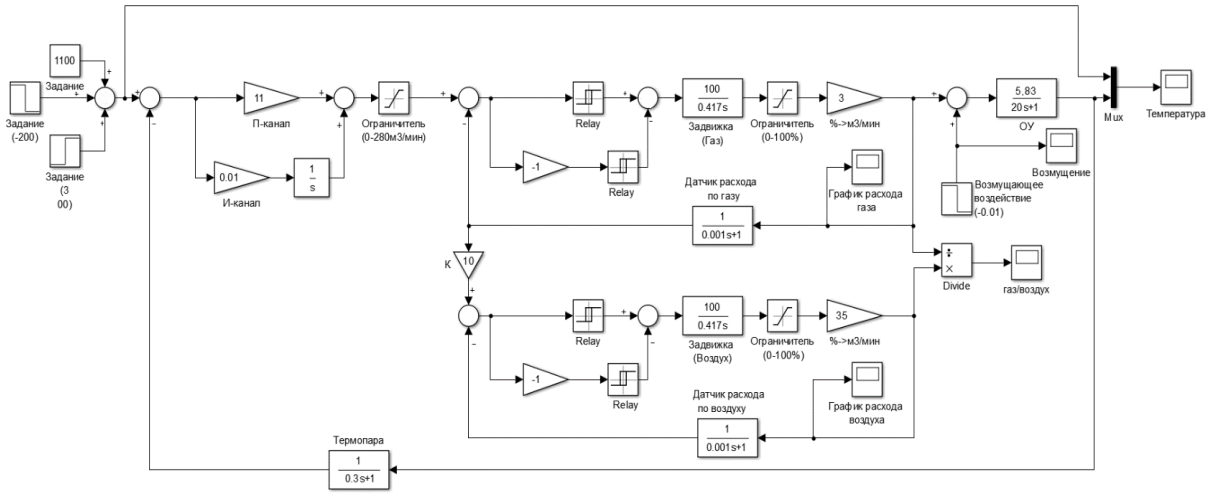


Рис. 4 – Математическая модель

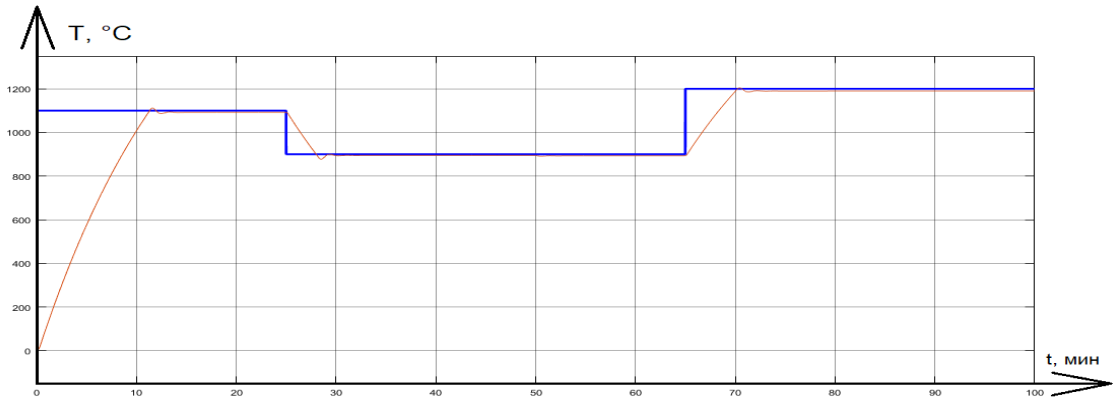


Рис. 5 – График измерения температуры в зоне печи

Для оценки работоспособности смоделированной системы был проведён следующий эксперимент.

Начальная температура, заданная оператором, равнялась 550 градусам Цельсия, система за счёт повышенного расхода газа и воздуха вышла на задание за 12 минут с незначительным перерегулированием и без видимой статической ошибки. Далее, на 20 минуте уставка по температуре снизилась на 50 градусов Цельсия и стала равняться 500 градусам Цельсия. Для выхода на навое задание система резко сократила расход газовоздушной смеси и по приближению к заданию постепенно восстановило её расход. На задание система вышла без перерегулирования и статической ошибки за 5 минут. На 45 минуте было подано возмущающее воздействие, которая система сразу компенсировала по средствам увеличения расхода топлива, но при этом наблюдается малая статическая ошибка, которая постепенно сокращается. На 70 минуте система получила задание по температуре равное 600 градусов Цельсия. Система увеличила расход газа и воздуха и вышла на задание за 5 минут без перерегулирования и статической ошибки.

По результатам моделирования видно, что система корректно работает и все коэффициенты регуляторов подобраны оптимально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. , Клюев А.А.

2. Фёдоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУ ТП: Проектирование и разработка. Учебно–практическое пособие – М.: Инфра–инженерия, 2008, 928 с.
3. ГОСТ 21.408–93 «Правила выполнения рабочей документации».
4. ГОСТ 21.208–2013 «Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОЗИРОВАНИЕМ ШИХТЫ АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

Белоус А.Ю., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Описание существующего объекта автоматизации

Основная задача технологической операции приготовления шихты заключается в правильном и точном дозировании её компонентов, и тщательном смешивании. Правильность дозирования обеспечивается расчетом шихты, а точность дозирования – работой дозировочного оборудования.

Из расходных бункеров концентрат, бентонит и флюсоупрочняющая смесь, а также измельченный известняк дозируются на сборные конвейеры дисковыми питателями, ленточными питателями и весодозаторами. Производительность технологической линии по дозированию концентрата регулируется количеством работающих питателей и их производительностью, которая зависит от скорости вращения диска или скорости ленты. Процедура смешивания компонентов шихты считается одной из наиболее значимых. Только при однородной шихте возможно реализовать стабильный ход процесса окомкования и получить качественные сырые окатыши.

Смешивание осуществляется в две стадии. Для цеха обжига № 1 для изготовления шихты используются роторные смесители СР–400/1200 (1 стадия смешивания) и барабанные смесители СБ–3.2х8 (2 стадия смешивания). Для цеха обжига № 2 используются только роторные смесители, установленные на конвейерах: по конвейеру установлено два роторных смесителя [3].

Смешивание компонентов шихты в роторных смесителях осуществляется за счет перелопачивания, а в барабанных – за счет перемешивания. Приготовленная шихта перегружается на конвейеры и транспортируется в корпуса окомкования и обжига для получения сырых окатышей.

Анализ работы технологического объекта позволил выявить следующие недостатки существующего уровня автоматизации:

1) регулирование расхода связующих материалов осуществляется с пульта управления, установленного непосредственно в цехе, при помощи изменения частоты питающего напряжения приводного электродвигателя;

2) отсутствие измерения влажности концентрата;

3) ручное управление запорной арматурой постоянно отвлекает оперативный персонал от решения других задач контроля и управления, что может приводить к серьёзным нарушениям технологического регламента.

Для повышения качества автоматизации процесса дозирования шихты необходимо выполнить следующие работы:

– заменить морально устаревшие средства автоматизации на современные;

– установить дополнительные средства измерения;

– разработать контуры автоматического регулирования расходов компонентов шихты исходя из необходимого расхода и состава, определяемого технологическим регламентом производства;

– разработать алгоритм управления подсистемой дозирования.

Концентрат, бентонит и боксит измельченный, измельченный известняк (мел) из расходных бункеров компонент шихты дозируются на сборные конвейеры КБ–6, КБ–7, КБ–6А, КБ–7А ленточными питателями, а также весодозаторами 4488ДН–У, 1050ДН–8, MULTIDOS–E 1027.

Производительность технологической линии по дозированию концентрата железорудного регулируется количеством работающих питателей и их производительностью, которая зависит от скорости вращения диска (для дисковых питателей) или скорости ленты (для ленточных питателей). В зависимости от качества концентрата и выпускаемой продукции главный технолог (начальник смены) устанавливает соотношение «концентрат – бентонит – боксит измельченный– измельченный известняк (мел)» при производстве окатышей (задание для управления дозаторами) [2].

Функциональная схема управления дозированием компонентов шихты приведена на рисунке 1.

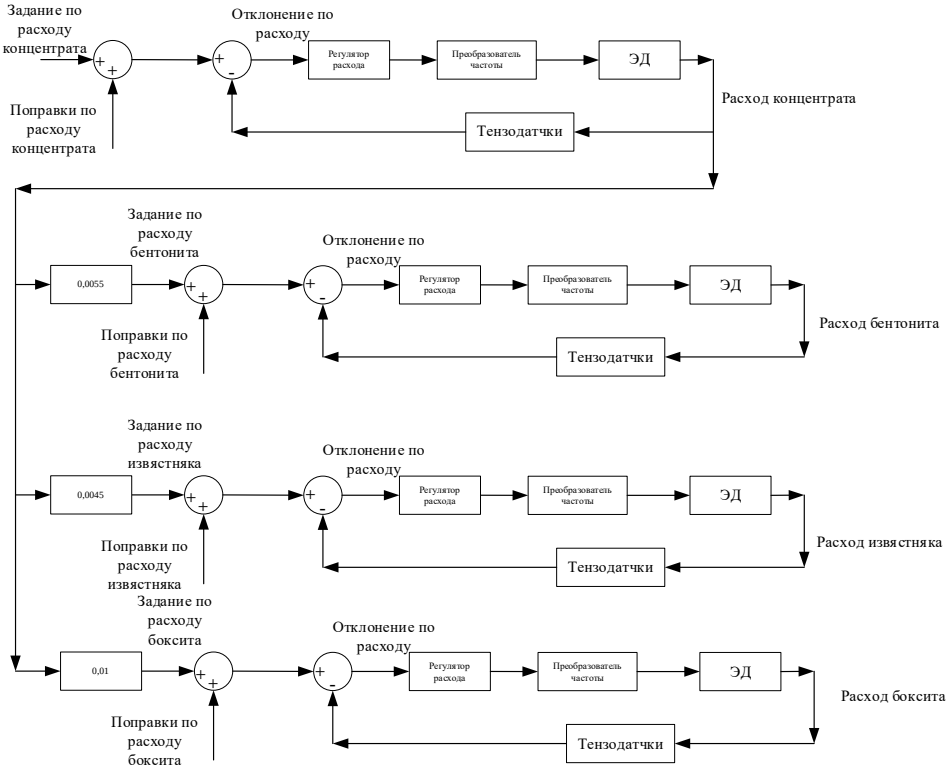


Рис. 1 – Функциональная схема управления дозированием компонентов шихты

Разработка математической модели разрабатываемой системы

Эффективность технологической линии по дозированию концентрата регулируется количеством работающих питателей и их производительностью, которая зависит от скорости вращения диска (для дисковых питателей) или скорости ленты (для ленточных питателей) [1].

Согласно технологическому регламенту для приготовления шихты требуется соблюдать следующее соотношение: 5,5 кг бентонита, 4,5 кг известняка, 10 кг боксита на каждую тонну поступающего концентрата.

Передаточная функция частотного преобразователя, входом которого является задание по частоте, а выходом частота на выходе преобразователя, имеет вид:

$$W_{\text{ЧП}} = \frac{1}{0.025S+1} \quad (1)$$

где в знаменателе постоянная времени частотного преобразователя (в минутах), устанавливаемая произвольно для предотвращения резкого и скачкообразного изменения частоты вращения регулируемого электродвигателя.

Максимальная производительность питателя концентрата равна 550 т/ч

В блоке ограничителя амплитуды задаем пределы рабочей частоты частотного преобразователя привода конвейера 20…50 Гц.

Передаточная функция электродвигателя питателя, входом которого является частота напряжения, а выходом производительность питателя, имеет вид:

$$W_{эл.д} = \frac{11}{0{,}025S+1}, \quad (2)$$

где числитель – это отношение максимальной производительность 550 т/ч к максимальному входному сигналу 50 Гц.

Максимальная производительность питателя бентонита, известняка равна 6,5 т/ч. Передаточная функция электродвигателя питателя имеет вид:

$$W_{эл.д} = \frac{0{,}13}{0{,}025S+1}, \quad (3)$$

Максимальная производительность питателя бентонита, известняка равна 7,0 т/ч

В блоке ограничителя амплитуды задаем пределы рабочей частоты частотного преобразователя привода конвейера 20…50 Гц.

Передаточная функция электродвигателя питателя имеет вид:

$$W_{эл.д} = \frac{0{,}14}{0{,}025S+1}. \quad (4)$$

Структурная схема системы управления дозированием компонентов шихты в среде Simulink Matlab приведена на рисунке 2

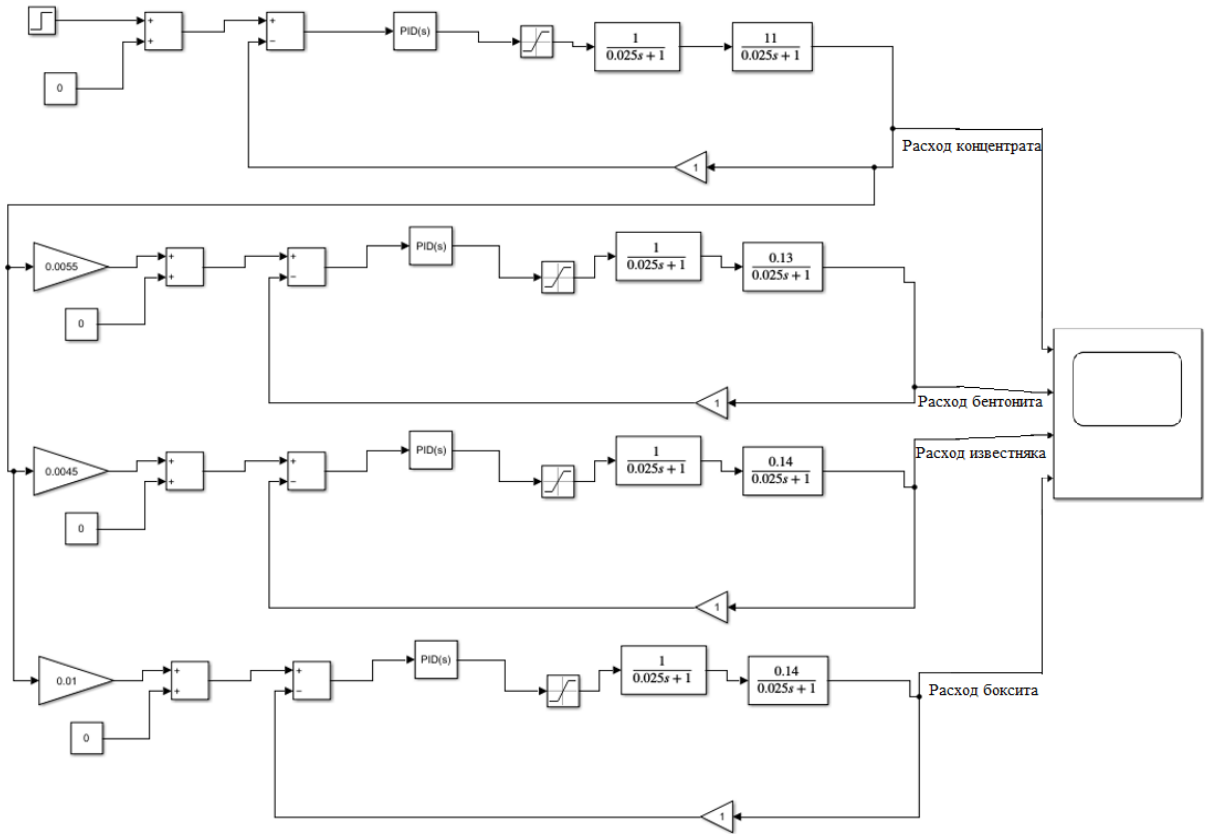


Рис. 2 – Структурная схема системы управления дозированием компонентов шихты

Для внедрения АСУТП требуется установить дозатор, датчик контроля схода ленты, датчик провисания конвейерной ленты, датчик наличия/отсутствия потока сыпучих материалов (заштыбовки). Измерение уровня шихты требуется для отслеживания заполнения бункеров и оповещения контроллера. Положение конвейера требуется для корректной оценки положения в пространстве и минимизации потерь шихты.

В модернизированной АСУ ТП предлагается использовать следующие технические и программные средства:

1. Дозатор MULTIDOS MTD–E, предназначенный для непрерывного гравиметрического дозирования сыпучих материалов.

2. Датчик контроля схода ленты ДКСЛ–3720, предназначенный для контроля аварийного схода конвейерной ленты в сторону и выдачи сигнала в систему дистанционного или автоматического управления.

3. Датчик провисания конвейерной ленты INNOLevel BWS, контролирует работу конвейера и предотвращает повреждение повреждение в случае перегрузки ленты.

4. Датчик наличия/отсутствия потока сыпучих материалов (заштыбовки) MWS–DP–3, предназначен для бесконтактного обнаружения потока сыпучих материалов и помимо контроля потока, датчик может быть использован в роли передатчика совместно с приемником для контроля забивки (заштыбовки) перегрузочных течек конвейеров.

5. В системе предлагается применить контроллер SIMATIC S7–1500, который удовлетворяет требованиям автоматизации и используется повсеместно на ЛГОК.

6. Для программного обеспечения операторской станции и программирования контроллера применим SCADA WinCC 6.0.3 и пакет Simatic Step 7.

Выбор аппаратных и программных средств автоматизации обусловлен широким применением аналогичных средств в АО «ЛГОК», наличием опыта их эксплуатации у персонала служб автоматизации.

Модернизированная система автоматизации позволит повысить точность дозирования. Это обеспечит повышение качества шихты, улучшит процесс формирования окатышей, позволит стабилизировать режимы сушки и обжига железорудных окатышей во всех технологических зонах обжиговой машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев Е.А. Разработка математической модели процесса окомкования в чашевом окомкователе // Изв. вузов. Горн. журн. 1976. №5. С. 114–121.

2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. / Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.

3. Регламент контроля качества связующих, флюсующих добавок для производства окатышей железорудных АО «ЛГОК» Р 00186803–025–2023.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ВОДЫ В СБОРНИКЕ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ УЧАСТКА ВОДОПОДГОТОВКИ СПЦ–1 АО «ОЭМК ИМ. А.А.УГАРОВА»

Беспалов В. А., студент
Научный руководитель – к.т.н.,доцент, **Кривоносов В. А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Эффективное управление уровнем воды, позволяет снизить энергозатраты, повысить надежность работы оборудования и обеспечить стабильность технологических процессов [1–3].

В состав системы управления уровнем воды в сборнике горячей воды входят следующие основные элементы:

- Водосборный бассейн;
- Датчики уровня воды;
- Контроллер и пульт управления;
- Заслонка на линии откачки насосным агрегатом воды из бассейна на градирню для её охлаждения;
- Градирня.

Система управления предназначена для поддержания заданного уровня воды в резервуаре, для обеспечения надежной и безопасной работы системы сбора горячей воды и бесперебойной подачи горячей воды на градирню для охлаждения. Опишем принцип работы этой системы управления, функционирующей в настоящее время.

Вода в сборник поступает самотеком после охлаждения оборудования. Для поддержания уровня воды в резервуаре используется заслонка, установленная на линии откачки воды насосным агрегатом из резервуара на градирню. Если уровень воды ниже уставки, заслонка призакрывается, если уровень выше уставки, заслонка приоткрывается. В настоящее время регулирование подачи воды на вход градирни из сборника горячей воды осуществляется с пульта управления в ручном режиме. При этом оперативный персонал управляет положением заслонки с кнопочного пульта.

Существующая система управления уровнем воды в сборнике горячей воды имеет следующие недостатки, снижающие энергетическую эффективность работы, а также комфортность условий работы персонала:

- отсутствует архивирование данных;
- отсутствие автоматического регулирования уровня воды в сборнике;
- некомфортные условия работы оперативного персонала.

Для устранения этих недостатков предлагается выполнить модернизацию системы управления. В модернизированной системе информация с датчиков поступает на контроллер, с которого передается на систему визуализации и архивирования процесса, реализованную в SCADA системе WinCC. Контроллер осуществляет автоматическую стабилизацию уровня в сборнике горячей воды, заданного оператором. Функциональная схема регулирования уровня воды приведена на рисунке 1.

Система регулирования состоит из основного контура по уровню и подчиненного контура по расходу воды. После ввода уставки L1 и текущего уровня L2 вычисляется рассогласование на элементе сравнения ЭС1. Рассогласование поступает на вход регулятора уровня воды РУ. РУ вычисляет необходимое задание по расходу для подчиненного контура регулирования расхода воды. Задание по расходу воды сравнивается с текущим расходом на элементе сравнения ЭС2. Далее по рассогласованию, полученному в ЭС 2, трехпозиционное реле РЭ, выдает сигнал управления на исполнительный механизм ИМ. ИМ преобразует сигнал управления в управляющее воздействие, после чего датчиком расхода воды ДРВ измеряется текущий расход воды.

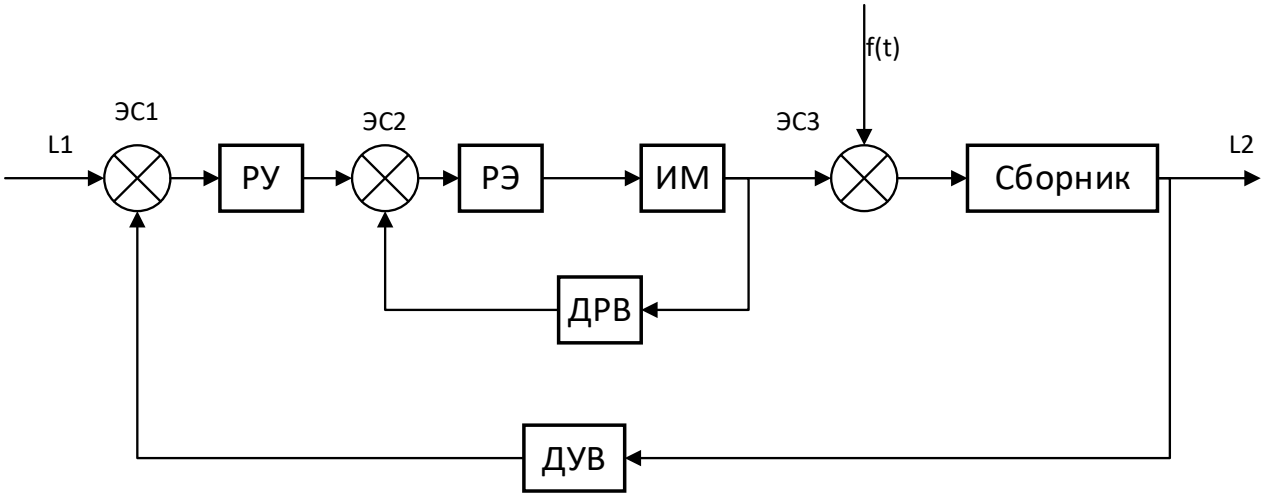


Рис. 1 – Функциональная схема регулирования уровня в сборнике горячей воды

На рисунке 2 приведена схема алгоритма регулирования уровня воды в сборнике горячей воды, который реализуется в контроллере.

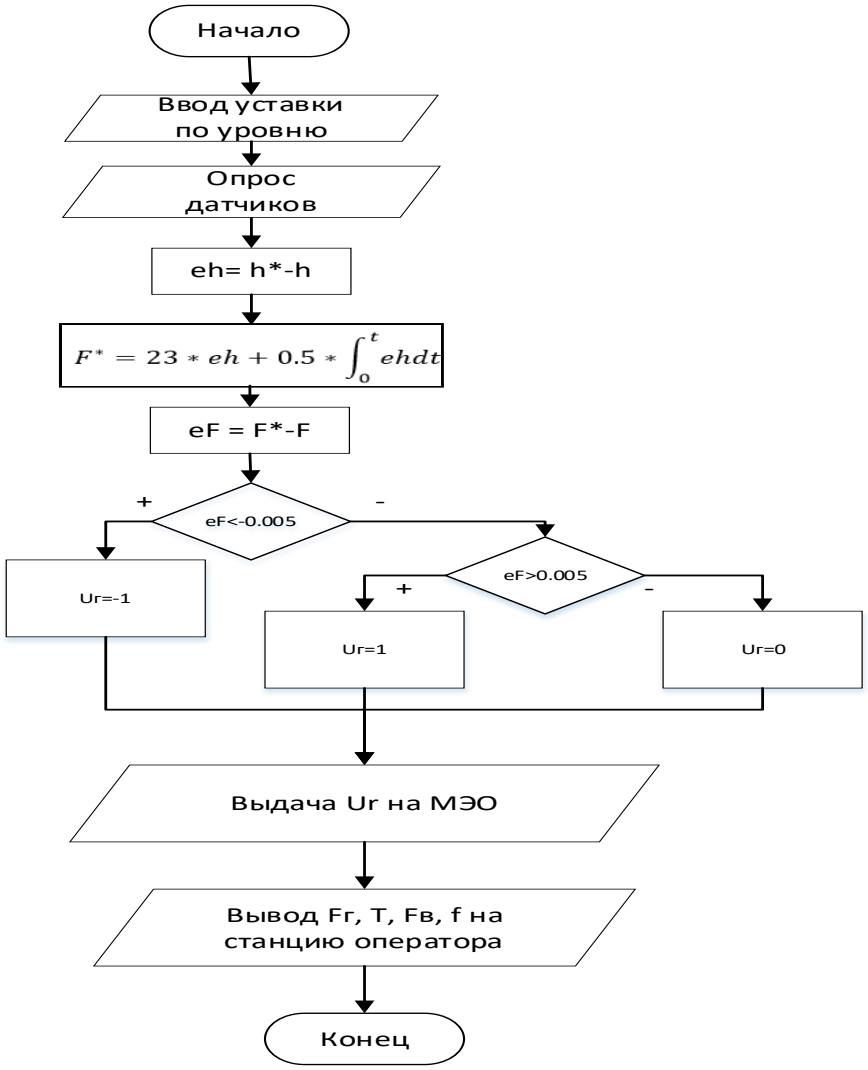


Рис. 2 – Схема алгоритма регулирования уровня воды в сборнике горячей воды

Высокое качество регулирования обеспечивается при использовании ПИ регулятора, оптимальные параметры которого Кр= 23; Ki = 0,5 получены в результате имитационного моделирования системы регулирования в среде Simulink Matlab.

В Matlab проведено моделирование ситуации, при которой в начальный момент времени поступление воды в сборник и откачка на градирню были равны 10 м^3/мин. В момент времени 50 минут поступило задание повысить уровень с 1.5 м до 1.8 м, система уменьшила откачку воды, что привело к выходу на заданный уровень. В момент времени 50 минут, поступление воды в сборник уменьшилось до 5 м^3/мин, и это привело к началу снижения уровня. Система регулирования отреагировала, уменьшив откачку воды, что привело к переходу на новый заданный уровень, равный 1.8 м.

Графики переходного процесса по уровню воды и расходу воды на выходе из сборника в градирню представлены на рисунке 3.

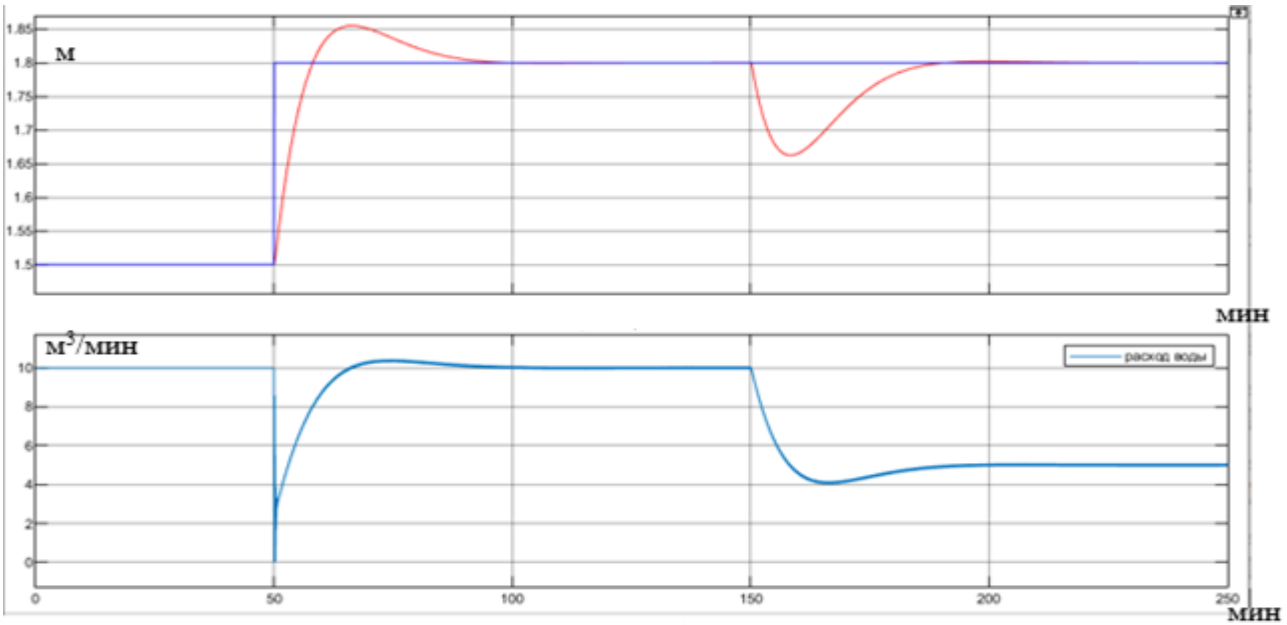


Рис. 3 – График изменения уровня воды в сборнике горячей воды и расхода воды.

Внедрение автоматизированной системы управления уровня воды позволит:

- улучшить условия труда обслуживающего персонала;
- увеличить точность поддержания параметров регулируемого объекта;
- повысить экономическую эффективность работы объекта управления с разработанной автоматизированной системой управления;
- дистанционное включение или выключение технологического оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для СПО/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – 2 –е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019.

2. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / А.А. Иванов. – 2–е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, ИНФРА–М, 2018.

3. Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. – 2–е изд. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. – ISBN 978–5–4486–0574–1. – Текст: электронный // Электронно–библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: http://www.iprbookshop.ru/83341.html. – Режим доступа: для авторизированных пользователей

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ В ДОШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Бесхмельницына Ю.В., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Лазарева Т.И.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Основной целью функционирования ДОУ является осуществление образовательной деятельности [1]. Деятельность учреждения включает в себя следующие бизнес–процессы управления: охрана жизни детей, здоровьесбережение, учет информации о воспитанниках, обеспечение ДОУ квалифицированными кадрами, документооборот (работа с входящей, исходящей, внутренней документацией).

На данный момент в дошкольном образовательном учреждении существует хаотичная автоматизация. Некоторые элементы автоматизации присутствуют в таких бизнес–процессах, как охрана жизни детей, здоровьесбережение, обеспечение ДОУ квалифицированными кадрами. Однако их появление в работе ДОУ исходит по инициативе вышестоящих управленческих структур. Так согласно, регламенту департамента образования обязательная аттестация кадров проходит через ЭМОУ (электронный мониторинг образовательных учреждений), аналогично введено использование учреждением КЭДО (кадровый электронный документооборот).

МБДОУ ДС №27 «Березка» имеет одну большую и серьезную проблему – бизнес–процессы по учету информации о воспитанниках и ведению документооборота учреждения не автоматизированы [3]. Поэтому было принято решение о разработке автоматизированной информационной системы документооборота ДОУ, которая выполняет следующие функции:

1. Учет входящей, исходящей, внутренней документации.
2. Формирование необходимых документов по распоряжению заведующего ДОУ.
3. Регистрация и учет воспитанников.
4. Группировка и классификация воспитанников.
5. Учет посещаемости и отчетность.
6. Социальный паспорт семьи.
7. Безопасность данных.

Потенциальными пользователями ИС являются: заведующий ДОУ, делопроизводитель, старший воспитатель (таблица 1).

Таблица 1 – Пользователи ИС

Пользователи	**Задачи пользователя**
Заведующий ДОУ	Просмотр/добавление/сохранение/корректировка/удаление всей информации.
Делопроизводитель	Регистрация входящей, исходящей, внутренней документации (просмотр/внесение/сохранение/пересылка/печать). Оформление с родителями договоров, соглашений, согласий (внесение/просмотр/добавление/корректировка/печать) Работа с информацией личных дел воспитанников, сведений о родителях, списков детей по группам, данных социального паспорта (внесение/просмотр/добавление/корректировка/печать). Работа с информацией книги движения (внесение/просмотр/добавление/сохранение/корректировка/сохранение/печать). Учет посещаемости детей (внесение/добавление/корректировка /печать)
Старший воспитатель	Просмотр информации о воспитанниках, социального паспорта ДОУ, списков детей по группам. Просмотр списков сотрудников.

Для создания ИС была разработана инфологическая модель БД в нотации Чена, отображающая детализированную структуру данных [2], связанную с воспитанниками, сотрудниками и документами (рисунок 1–2).

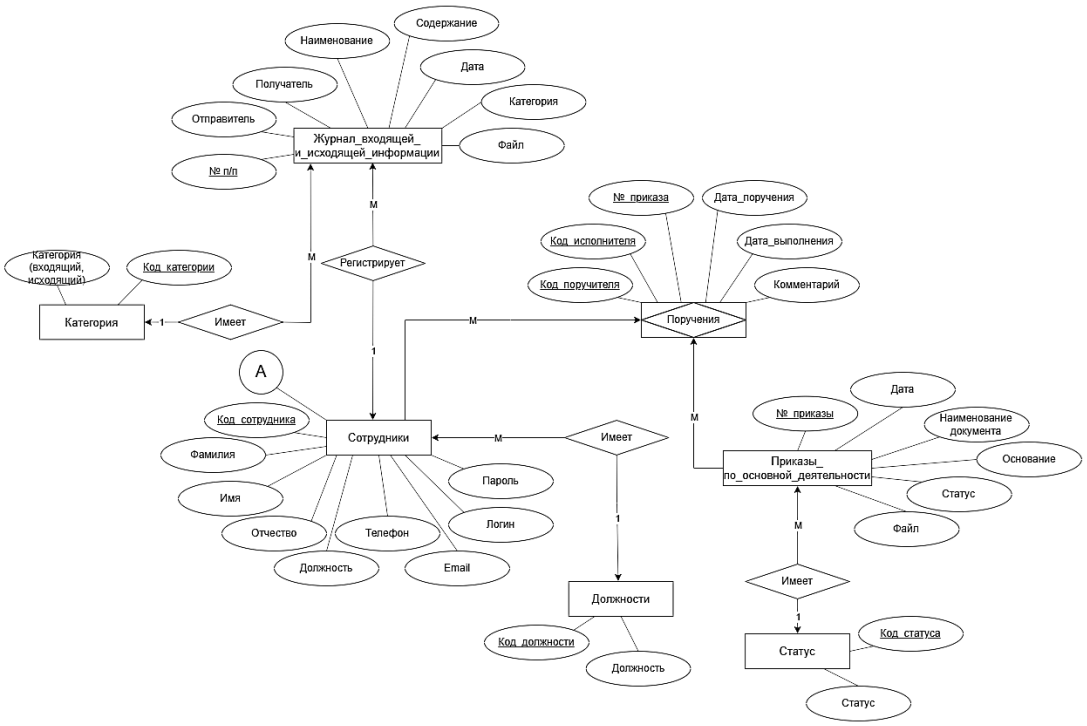


Рис. 1 – Инфологическая модель «Документооборот ДОУ»

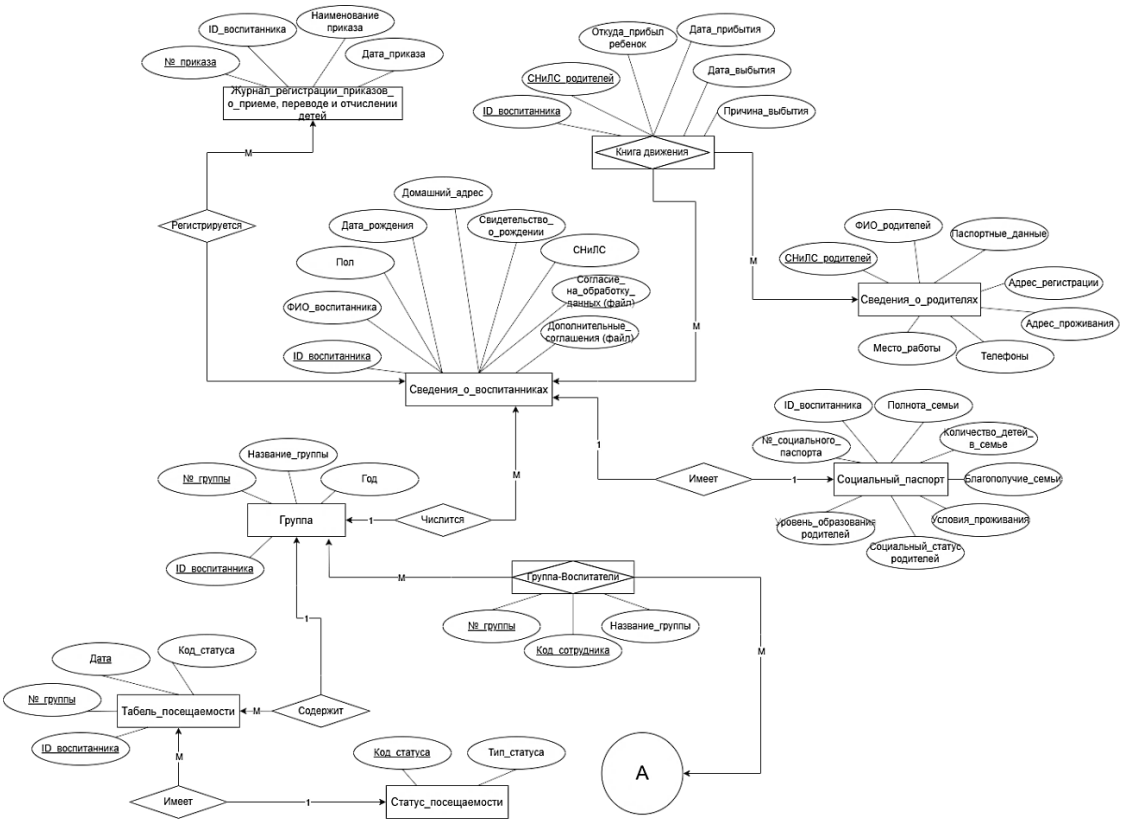


Рис. 2 – Инфологическая модель «Учёт информации о воспитанниках»

Основными сущностями модели являются:

- сведения о воспитанниках;
- сотрудники;
- журнал входящей и исходящей документации;
- приказы по основной деятельности.

Разрабатываемая система МБДОУ ДС №27 «Березка» состоит из нескольких функциональных модулей. Установить зависимости между программными компонентами, в роли которых может выступать исходный код, позволит диаграмма компонентов (рисунок 3).

В серверной части ИС можно выделить следующие компоненты:

– модуль «Документация»: набор функций, предоставляющих возможность добавления, редактирования, хранения, поиска и удаления документов различных типов (приказы, распоряжения и т. д.);

– модуль «Учет воспитанников»: хранение и управление информацией о воспитанниках ДОУ: личные данные, контактная информация родителей. Предоставляет функции поиска и фильтрации данных о воспитанниках;

– модуль «Учет посещаемости»: регистрация ежедневного посещения воспитанников, включая фиксацию присутствия/отсутствия, причин отсутствия;

– модуль «Формирование отчетов»: набор функций для генерации различных отчетов на основе данных из всех модулей системы;

– модуль «Социальный паспорт»: создание и управление социальными паспортами воспитанников, содержащими информацию о полноте семьи, социальном положении, условиях жизни ребенка и т. д., возможность просмотра и редактирования данных;

– модуль «Учет сотрудников»: набор функций, предоставляющий хранение информации о сотрудниках ДОУ.

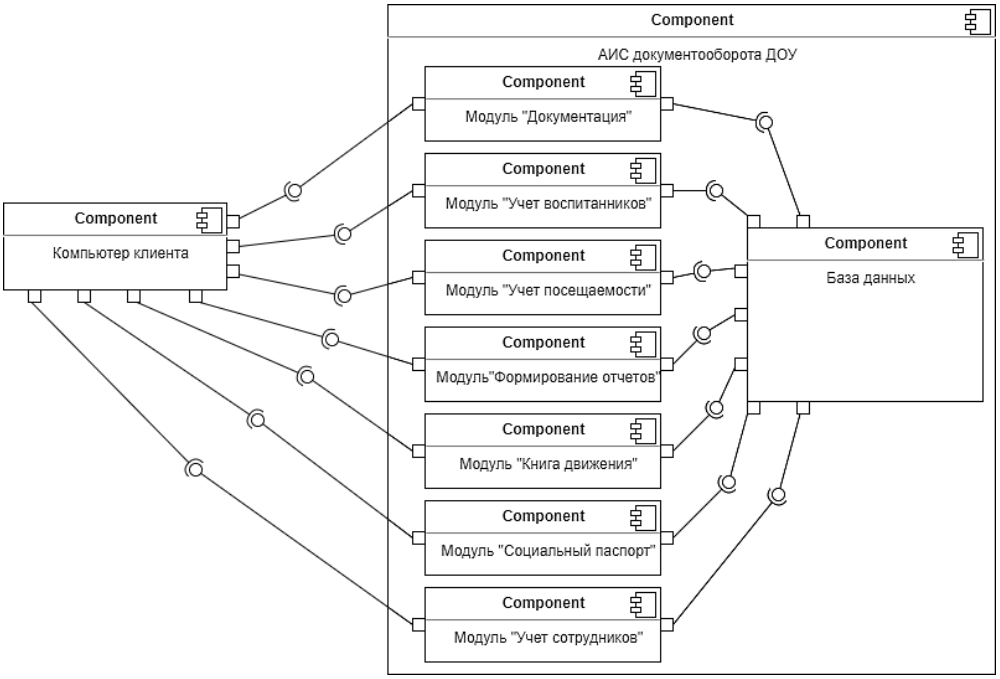


Рис. 3 – Диаграмма компонентов разрабатываемой ИС

Эффективность проектируемой информационной системы очевидна, так как она создана по персональным запросам самих работников, поэтому не содержит излишнего функционала, проста и доступна для среднестатистического пользователя ПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устав МБДОУ ДС №27 «Березка» (новая редакция), утвержденный постановлением администрации Старооскольского городского округа Белгородской области от 13.01.2021 г. №24 [Электронный ресурс]. //URL: https://ds27–staryj–oskol–r31.gosweb.gosuslugi.ru/svedeniya–ob–obrazovatelnoy–organizatsii/dokumenty

2. Зараменских Е. П. Управление жизненным циклом информационных систем: учебник и практикум для вузов / Е. П. Зараменских. — 2–е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 497 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. //URL:https://urait.ru/bcode/536966

3. Бесхмельницына, Ю. В., Лазарева, Т. И. Автоматизированная информационная система документооборота ДОУ / Ю. В. Бесхмельницына, Т. И. Лазарева [Текст] // Современные проблемы горно–металлургического комплекса. Наука и производство: материалы двадцать первой Всероссийской научно–практической конференции (Том I). — Старый Оскол, 2024. — С. 546–552.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОНТЕЙНЕРНОЙ УСТАНОВКИ ТРАВЛЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОДУКЦИИ АО «ОЭМК ИМ. А.А.УГАРОВА»

Бодров Д. Н., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

На АО «ОЭМК им. А.А.Угарова» существуют различные виды производства. Одним из видов производства является сортовой прокат. Для соответствия полученной продукции государственным стандартам, проводят различные испытания на химические и механические свойства металла. Данные испытания проводятся на участке испытания продукции. Химические свойства металла определяют в помещении автоматической контейнерной установки (АКУ) посредством взаимодействия кислоты с металлом в ваннах травления. Во время испытания, в атмосферу помещения выделяются пары кислоты, которые негативно влияют на окружение. Во избежание неблагоприятных последствий, АКУ оснащена системой вытяжной вентиляции, которая вытягивает основную массу загрязненного воздуха из помещения [1].

Для наглядного представления вышеперечисленного оборудования, обратимся к рисункам 1 и 2, представленным ниже:

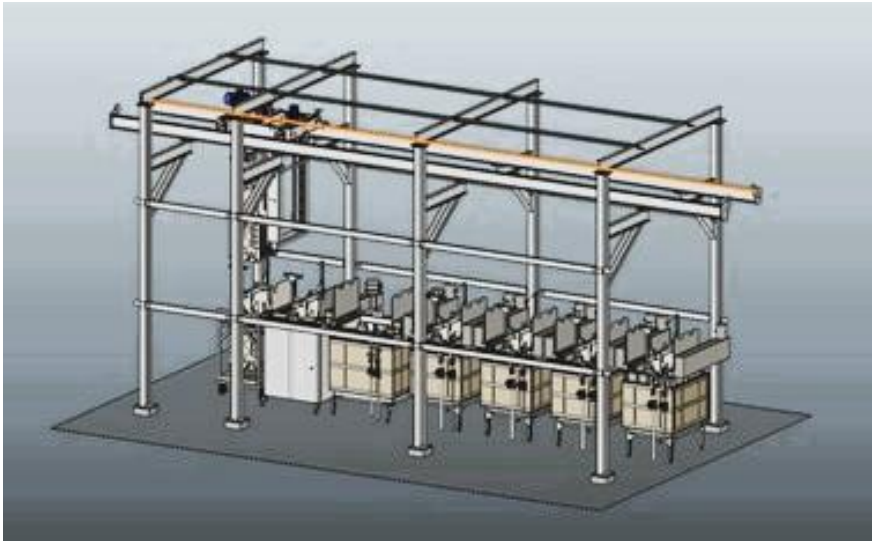


Рис. 1 – Упрощенная схема АКУ

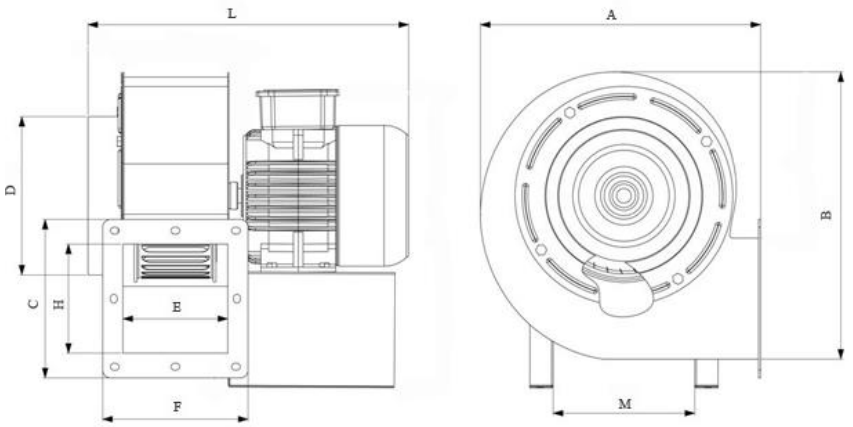


Рис. 2 – Общий вид оборудования вытяжной вентиляции

Перед запуском АКУ автоматическая контрольная программа проверяет работоспособность всех блоков и систем. Если все исправно — линия запускается. При обнаружении неисправности на табло управления выводится причина, и до устранения неполадки, оператор линию не запустит.

После окончания процесса оператор забирает корзину с протравленными, промытыми и высушенными темплетами и перемещает ее в помещение для контроля темплетов.

Установка выполнена в одну линию. На металлическом каркасе, покрытом химически стойкой краской, устанавливаются ванны, изготовленные из химически стойких полимеров. Ванны, где требуется нагрев растворов, оборудованы электрическими нагревателями, термодатчиками для контроля и поддержания заданной температуры. Все ванны, где применяются рабочие, промывочные, нейтрализующие растворы, оборудованы датчиками уровня для контроля от перелива в момент погружения корзины с темплетами. Основные технологические ванны оборудованы автоматическими крышками с пневмоприводом, которые открываются только в момент нахождения над ванной короба тельфера. Принудительно открыть ванну можно только в режиме «наладка», который при этом является еще и коробом вытяжной вентиляции и борто-отсосами. Такая система полностью исключает попадание кислотных испарений в помещение лаборатории. Верхняя система вентиляции и борто-отсосы соединены полимерными трубопроводами с системой очистки испарений (скруббером) [2].

Ванна-сушка оборудована калорифером — электрическим или водяным. Система автоматического поддержания уровня в технологических ваннах состоит из емкостей с рабочими растворами, пневмонасосов, системой трубопроводов, и датчиков уровня. Линия травления оборудована системой насосов, перекачивающих отработанные растворы в систему нейтрализации. Емкости с концентрированными растворами в канистрах, предназначенными для приготовления рабочих растворов, перемещаются оператором на специальной тележке, оборудованной химически стойкими насосами, шлангами и быстросъемными соединениями. Этот способ транспортировки исключает попадание испарений и непосредственно самой кислоты во время перекачивания в лабораторию [3].

Не смотря на все положительные моменты, существенным недостатком АКУ является электрическая составляющая электропривода вытяжной вентиляции, т.к. она устарела и нуждается в модернизации.

Наиболее эффективным и энергосберегающим решением при проведении модернизации является применение системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором (ПЧ – АДК).

Система управления привода должна обеспечивать регулирование частоты вращения двигателя, а также точную, бесперебойную, экономичную работу в условиях повышенной вибрации.

На основании требований, предъявляемых к электроприводу, производится выбор электродвигателя – АИР160М2 [4].

Для надежной работы вытяжной вентиляции требуется преобразователь частоты, который соответствует режиму работы: скалярное управление – выбираем преобразователь частоты Delta Electronics S120 VFD220E43A [5].

В преобразователе реализованы функции управления скалярного типа, коммуникационные функции, а также функции диагностики и защиты.

Выбор сделан исходя из мощности, напряжения и номинального тока двигателя.

В связи с квадратичной нагрузкой был выбран закон регулирования:

$$\frac{U}{f^2} = const \quad (1)$$

Модель асинхронного электропривода со скалярной системой управления, представлена на рисунке 3.

Данная модель включает в себя блоки: регулятора скорости, пространственно-векторного модулятора, трехфазного диодного выпрямителя, емкостного фильтра, трехфазного инвертора.

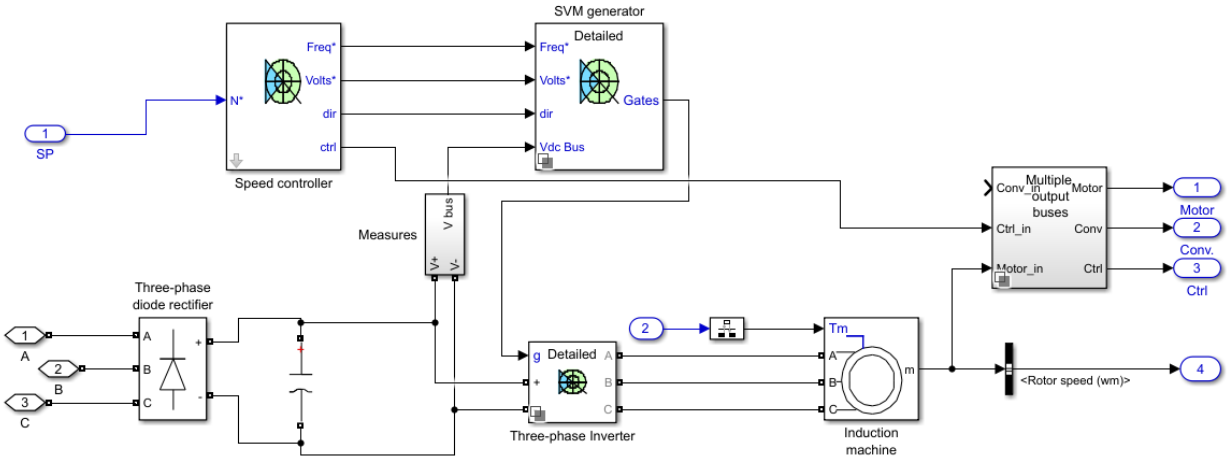


Рис. 3 – Модель электропривода со скалярной системой управлением в MATLAB/Simulink

В результате моделирования асинхронного привода со скалярным управлением, были получены графики, представленные на рисунке 4.

На данных графиках можно выделить три этапа:

1 этап: разгон двигателя до номинальной скорости – 2930 об/мин;

2 этап: работа на номинальной скорости;

3 этап: торможение и остановка.

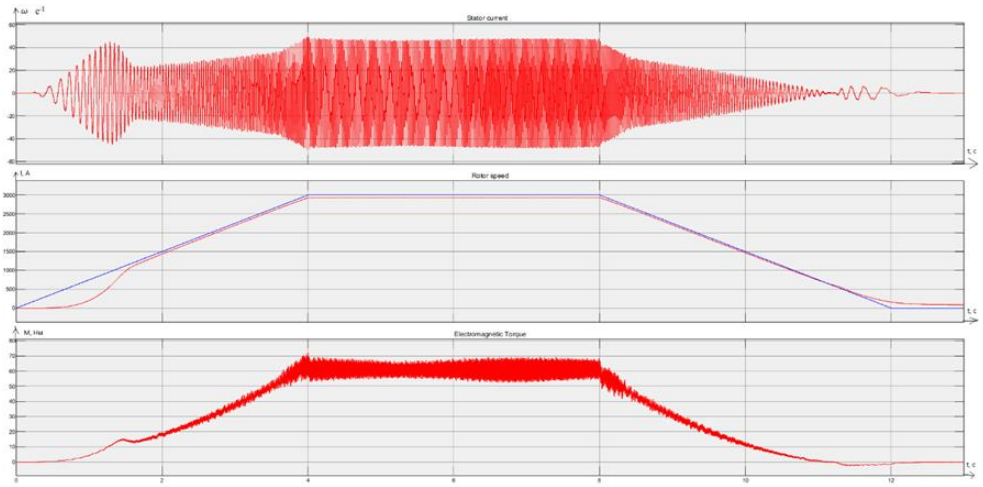


Рис. 4 – Графики результатов моделирования

Двигатель совершал работу в пределах заданной скорости без каких-либо скачков; ток статора в пределах всего диапазона оставался равномерным и плавным; по графику электромагнитного момента видно, что нагрузка была приложена к двигателю во всё время моделирования.

Результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что выбранная система полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к системе управления электроприводом вытяжной вентиляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колокольцев, В.М. Основы металлургического производства: учебник / В.М. Колокольцев, К.Н. Вдовин. Издательство "Лань", 2024. - Текст: непосредственный.

2. Owent [Электронный ресурс] – режим доступа - URL: https://ceds.ru/blog/vytyazhnaya-ventilyatsiya Вытяжная вентиляция. (дата обращения: 20.03.2025)

3. Термотехно [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://thermotechno.ru/catalog/251/609/?sphrase_id=14048 Автоматическая установка травления. (дата обращения: 20.03.2025)

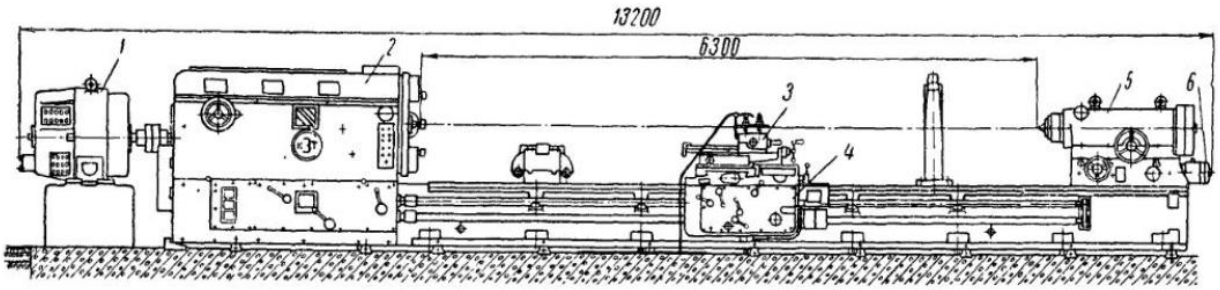
4. Регион электросбыт [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.res-elektro.ru/catalog/elektrodvigateli_air/air160m/ Асинхронные электродвигатели 160 М. (дата обращения: 20.03.2025)

5. Freqinverter [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://freqinverter.ru/freq/delta-electronics/preobrazovateli-chastotyi-delta-electronics-universalnaya-seriya-vfd-e/vfd220e43a.html Преобразователь частоты VFD220E43A. (дата обращения: 20.03.2025)

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЛАВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТОКАРНОГО СТАНКА 1А660

Боев Д.А., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент, **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Тяжелый токарно–винторезный станок 1А660 [1] (рисунок 1) предназначен для проведения ряда работ, таких как копирование, нарезание резьбы на особо крупных элементах, обтачивание черное и чистовое, резание и обточка конусных изделий.



1–главный двигатель; 2–передняя бабка; 3–суппорт; 4–механизм суппорта; 5–задняя бабка; 6–двигатель перемещения задней бабки.
Рис. 1 – Токарно–винторезный станок 1А660.

Основное влияние на производительность и надежность работы токарного станка оказывает тип применяемого электропривода. В данной статье рассматривается электропривод главного двигателя станка 1А660.

Электропривод станка 1А660 построен по системе генератор–двигатель (Г–Д) с возбуждением от генератора с сериесной обмоткой возбуждения. Диапазон регулирования скорости главного двигателя постоянного тока 5:1 (от 300 до 1500 оборотов в минуту). В данной системе питание якоря электродвигателя производится напрямую от генератора без каких–либо преобразовательных устройств. Приводной двигатель генератора вращается с постоянной скоростью. Регулирование скорости происходит с помощью реостатного регулятора возбуждения, расположенного на обмотке возбуждения двигателя.

Положительными чертами системы управления Г–Д являются [2]:

- Простота реализации;
- Двухзонное регулирование;
- Отсутствие искажений потребляемого из сети тока;
- Небольшое потребление реактивной мощности.

Но, как и любая система управления тока имеет свои минусы:

- КПД не выше 80%;
- Трехкратное преобразование энергии, что влечет за собой увеличение мощности машин, в результате чего благоприятные и желаемые возможности регулирования достигаются ценой весомых дополнительных затрат на медь, стали высокого качества и трудности их производства.
- Меньшее значение жесткости характеристики за счет того, что учитывается и сопротивление генератора.
- Сооружение специального фундамента для установки группы приводов;
- Тщательной настройки коммутации тока коллектором генератора;
- Центровки агрегата после каждого планового ремонта.

Предлагается заменить старую систему управления Г–Д на новую, на частотно–регулируемый электропривод.

Замена двигателей, входящих в систему Г–Д на асинхронный двигатель, позволит добиться следующих показателей:

- Значение мощности уменьшится почти в 2 раза, что повлечет за собой уменьшение затрат на оплату энергии;
- Сократится время технического обслуживания;
- Количество исполнительных механизмов снизиться до минимума [1];
- Время переходного процесса при изменении скорости с помощью ступеней механической коробки передач уменьшится.

Произведя необходимые расчеты режимов резания [3] с учетом производственных условий для определения момента на шпинделе токарного станка, Выбран асинхронный электродвигатель. Исходя из параметров схемы замещения двигателя, который будет использоваться в новой системе управления, выбран преобразователь частоты, удовлетворяющий условиям по выходному току и мощности и поддерживающий необходимый метод управления.

В данной системе частотно–регулируемого электропривода будет использоваться метод векторного управления, ориентированного по полю ротора. Суть данного режима управления – т.к. ток возбуждения и ток якоря объединены в вектор тока статора и не могут контролироваться раздельно, то разъединение может быть достигнуто математически – разложением мгновенного значения вектора тока статора I_s на две компоненты: продольную составляющую тока статора I_{sd} (создающую поле) и поперечную составляющую тока статора I_{sq} (создающую момент) во вращающейся dq системе координат ориентированной по полю ротора.

Воспользуемся программным обеспечением Matlab SimPower Simulink, а именно моделью AC3 – Field–Oriented Control Induction Motor Drive (векторное поле–ориентированное управление) с использованием обратной связи в виде датчика скорости.

В качестве датчика скорости в данном электроприводе используется инкрементальный энкодер PRI 50AR6 фирмы OPKON (рисунок 2) с точностью 2048 импульсов на полный оборот.



Рис. 2 – Инкрементальный энкодер PRI 50AR6.

Можно заметить, что система (рисунок 3) состоит из силовой части: трехфазного мостового диодного моста (Three–phase diode rectifier), инвертора напряжения (Three–phase Inverter), тормозного прерывателя (Braking chopper), тормозного резистора и фильтра в виде емкости в звене постоянного тока.

Смоделировав систему, представленную на рисунке 3, были получены графики переходных процессов по электромагнитному моменту, току статора, скорости ротора (рисунок 4).

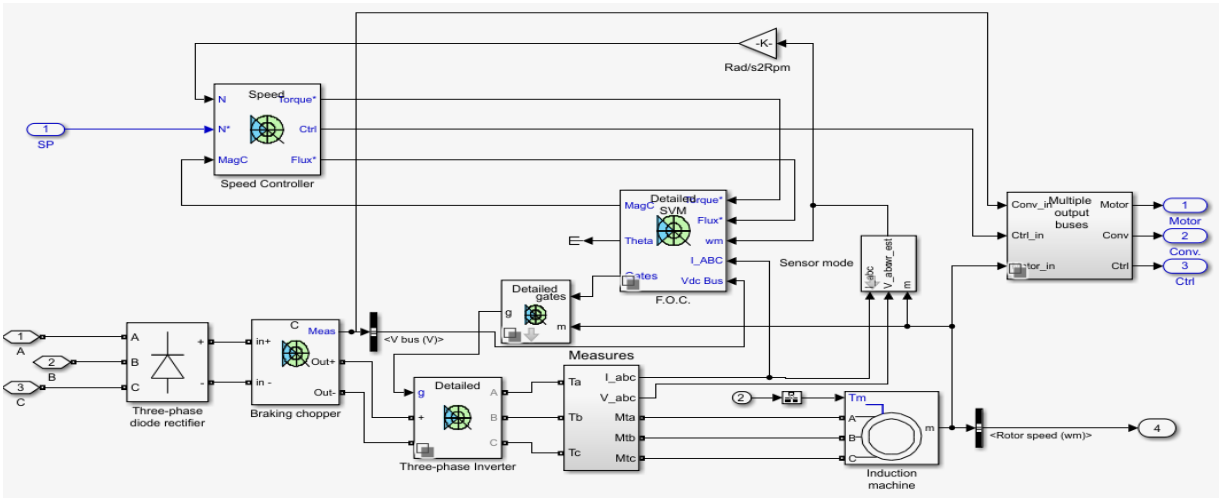


Рис. 3 – Система преобразователя частоты с векторным поле–ориентированным управлением

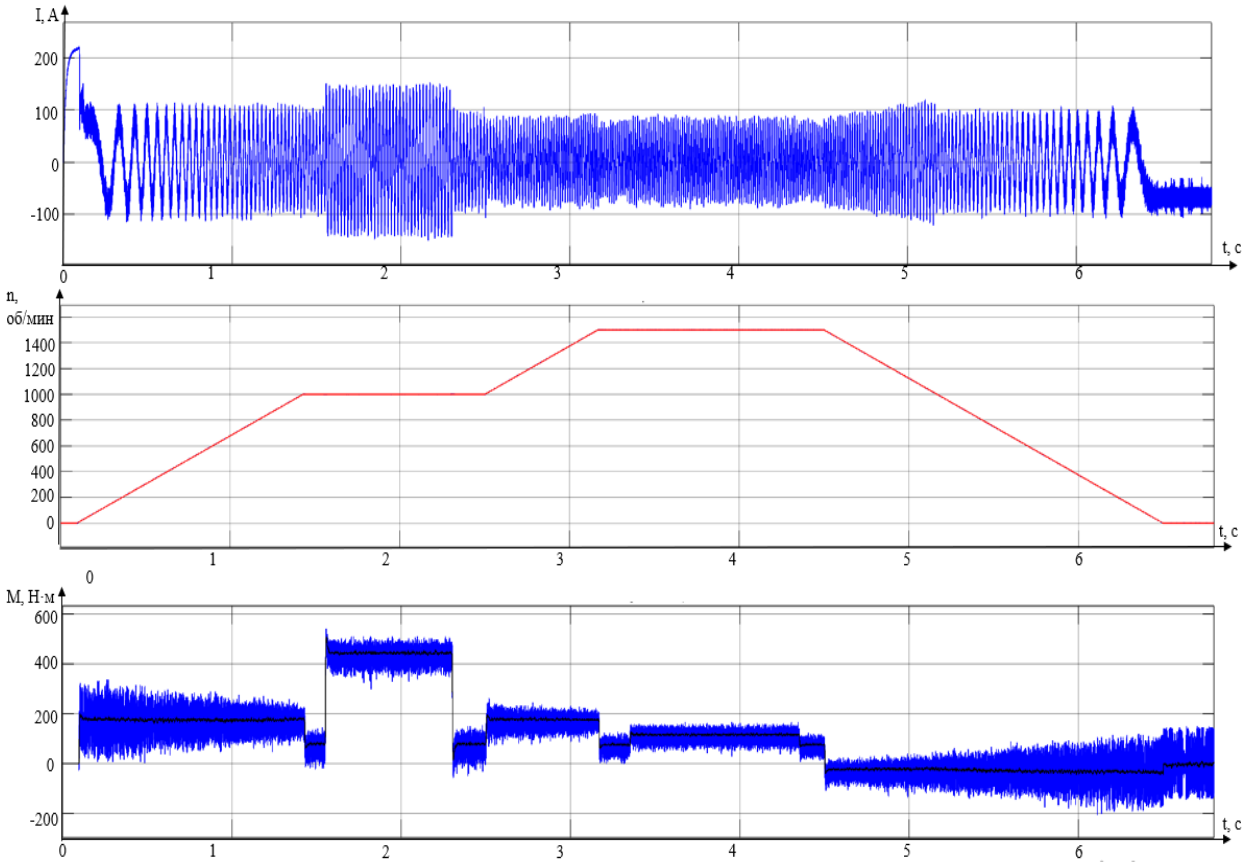


Рис. 4 – Графики двигателя характеризующие следующие параметры при работе: ток статора; скорость ротора; электромагнитный момент

На первом этапе привод разгоняется до скорости, соответствующей режиму черновой обработки. После достижения этой скорости начинается сам процесс черновой обработки. Далее осуществляется переход к чистовой обработке: электропривод ускоряется до требуемой скорости, начинается точная обработка заготовки. По завершении чистовой обработки привод некоторое время работает в режиме холостого хода, затем происходит торможение и полная остановка системы (см. рисунок 4).

Результаты моделирования подтвердили, что разработанная система электропривода полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям к главному приводу токарного станка. Она обеспечивает стабильное поддержание крутящего момента в процессе черновой обработки и способна работать во втором диапазоне скоростей (выше номинальной) для выполнения чистовой обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сандлер, А. С. Электропривод и автоматизация металлорежущих станков./ А.С. Сандлер. Учеб пособие для вузов. М., «Высшая школа». 1972. 440с. с. ил. – Текст: непосредственный.

2. Ключев, В. И., Теория электропривода: Учебник для вузов. В.И. Ключев – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с., ил. Текст: непосредственный.

3. Байкалова, В.Н. Расчет режимов резания при точении. Методические рекомендации по курсу «Технология конструкционных материалов и материаловедение» (раздел «Обработка конструкционных материалов резанием»). / В.Н. Байкалова, А.М. Колокатов, И.Д. Малинина., М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2000. С. Текст: непосредственный.

ОБЗОР МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

Бородин Р.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Халапян С.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Область применения роботов–манипуляторов соответствует широкому диапазону их функциональных возможностей. К манипуляторам предъявляются различные технические требования, такие как точность и скорость позиционирования выходного звена, размер рабочей зоны, возможность взаимодействия с объектами окружающей среды, устойчивость к экстремальным условиям и т. д.

По архитектуре кинематической цепи роботы делятся на две крупные группы – последовательные и параллельные. Препятствием распространения последних является повышенная по сравнению с последовательными сложность управления за счет более сложной структуры робота. В работе рассматриваются некоторые методы управления параллельными роботами.

ПИД–регулирование с расчетом обратной кинематики

Управление параллельным механизмом с расчетом обратной кинематики и использованием ПИД–регулятора заключается в переходе рабочего органа механизма от одного положения в декартовом пространстве к другому, например, за наиболее короткий промежуток времени. В результате решения обратной задачи кинематического анализа местоположение робота переводится в состояние его призматических или поворотных приводных шарниров. ПИД–регуляторы обеспечивают регулирование этих входных координат, подавая управляющий сигнал непосредственно на исполнительные механизмы.

Перспективным развитием этого метода регулирования может выступать применение ПИД–регулятора дробного порядка (FOPID), передаточная функция которого имеет вид:

$$W(s) = K_p + \frac{K_i}{s^\lambda} + K_d s^\mu \quad (1)$$

Переменные λ и μ находятся в диапазоне [0; 1]. Их значения определяют вид регулятора:

1. при λ = 0, μ = 0 регулятор является пропорциональным;
2. при λ = 1, μ = 0 он представляет собой ПИ–регулятор;
3. при λ = 0, μ = 1 – ПД–регулятор;
4. при λ = 1, μ = 1 – ПИД–регулятор;
5. при дробных значениях λ и μ – регулятор промежуточного типа.

Добавление дробных показателей степеней в ряде случаев позволяет обеспечить лучшее качество управления, поскольку увеличение числа параметров расширяет диапазон возможностей дробных регуляторов [1].

Преимуществами данного метода является точность и быстродействие, т. к. регулятор работает напрямую с целевыми координатами, а обратная кинематика объекта гарантирует возможность достижения цели. Применение FOPID–регулятора улучшает точность и повышает гибкость управления за счет введения степеней производных, но усложняет их расчет.

Недостатками являются сложность необходимых расчетов при управлении приводами и риск попадания робота в зону сингулярности. Решением последней проблемы может выступить ограничение рабочей области или же переход на метод управления импедансом.

Управление импедансом

При управлении импедансом робот ведет себя не как жесткая система, стремящаяся перейти из точки А в точку В по заданной траектории, а как система, взаимодействующая с объектами окружающей среды: в случае возникновения значительного сопротивления объекта движущей силе механизма робот способен изменить траекторию движения на менее короткую, но, в данном случае, оптимальную, обогнув данный объект.

Робот при таком управлении имеет свойства массы (M), жесткости (K) и коэффициента демпфирования (C). Закон такого управления имеет вид [2]:

$$F = M\ddot{e} + C\dot{e} + Ke \quad (2)$$

где F – вектор сил, выходное усилие на исполнительные механизмы, e – ошибка позиционирования, $\dot{e}$ и $\ddot{e}$ – первая и вторая производные (скорость изменения и ускорение соответственно); M, K и C – матрицы массы, жесткости и демпфирования соответственно.

Применение метода управления импедансом позволяет использовать параллельный механизм при работе с объектами, такими как механическая обработка деталей (полировка, шлифовка), когда неровности поверхности компенсируются адаптивным давлением со стороны робота; при сборке деталей, в которой необходимо нежесткое перемещение механизма для предотвращения повреждения деталей [3].

Скользящее управление

Скользящее управление (sliding mode control, SMC) – метод нелинейного управления с применением прерывистого управляющего сигнала. Использование данного метода для управления параллельным роботом обусловлено тем, что динамическая структура механизма крайне сложна для вычислений с учетом внешних воздействий, тогда как SMC является робастным управлением, предоставляющим возможность игнорировать небольшие изменения системы или неточности в идентификации модели.

Метод SMC характеризуется наличием поверхности скольжения s и вступает в силу, когда система доходит до этой поверхности, при отклонении от которой слагаемое K*sign(s) (где K – коэффициент усиления; sign(s) – переменная, определяющая направление отклонения) возвращает систему на поверхность скольжения, что позволяет добиться высокой точности за короткий промежуток времени. Однако, этот довольно резкий метод характеризуется «дребезгом» за счет частого переключения, что отражается на динамике объекта [4]. «Дребезг» ухудшает точность позиционирования, усиливает износ механизмов за счет частого переключения, создает неучтенные динамики (например, резонанс системы).

Были проведены исследования способов устранения «дребезга» SMC. Например, замена функции sign(s) на гиперболический тангенс tanh(s), что способствует «плавной» смене знака, но ухудшает точность; или использование элементов нечеткой логики в совокупности с этим методом [5].

Метод скользящего управления за счет своей робастности успешен при использовании робота в изменчивой внешней среде, где присутствуют вибрации; за счет мгновенного отклонения траектории метод полезен в высокоточных работах. Проблемой остается «дребезг», решение которого может снизить точность метода.

Адаптивное управление

Использование адаптивных методов для управления манипуляторами обусловлено большим количеством неопределенностей динамики объекта и среды, с которой они взаимодействуют. В отличие от своих неадаптивных аналогов, адаптивные системы корректируют параметры контура, основанного на модели для схождения к оптимальным значениям. Следовательно, если динамика объекта неопределённая или меняется со временем, адаптивные методы обеспечивают более высокую производительность.

Одним из первых методов управления параллельными роботами был метод адаптивного управления по эталонной модели (MRAC) [6], который не имел успеха. Для исправления недостатков MRAC был создан метод L1 [7]. Этот подход к управлению, основанный на MRAC, включает в себя метод фильтрации нижних частот, который разделяет контуры оценки и управления. Это важно, поскольку увеличение коэффициента адаптации в обычном адаптивном управлении может снизить устойчивость системы с обратной связью. Действительно, управляющие сигналы в MRAC могут содержать нежелательные высокие частоты, выходящие за пределы полосы пропускания канала управления [8].

Адаптивное управление зачастую используется как часть гибридного метода. Примером можно назвать адаптивное скользящее управление, в закон которого встроена адаптивная компенсация отклонений от скользящей поверхности. Это способствует уменьшению «дребезга» за счет плавного изменения параметров.

Нечеткое управление

Предпосылки использования управления, основанного на нечеткой логике, заключаются в отсутствии необходимости точной динамики объекта, что позволяет адаптироваться, не используя точной математической модели. Нечеткое управление реализуется на продукционных правилах «если…, то…» и экспертных знаниях. Контроллер в таком управлении имеет: фаззификатор, позволяющий перевести четкое значение ошибки в нечеткий терм (например, «маленькая» или «большая» ошибка); базу знаний, созданную экспертами с помощью продукционных правил, и дефаззификатор, переводящий нечеткий терм в четкое значение управляющего воздействия.

Преимуществом такого управления является относительная простота и отсутствие необходимости в знании точной модели. Недостатками являются субъективность экспертных знаний, от которых зависит и гибкость управления, и количество продукционных правил. Решением последнего [9] может стать иерархическая модель базы знаний, в которой количество правил растет линейно, а не экспоненциально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жмудь, В.А. Дробно–степенные ПИД–регуляторы и пути их упрощения с повышением эффективности управления / Жмудь, В.А., Заворин А.Н. — Автоматика и программная инженерия. 2013, №1(3) — 35 с. — Текст: непосредственный.
2. Hogan, N. (1985) "Impedance Control: An Approach to Manipulation" *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 107(1), 1–7.
3. R. J. Anderson and M. W. Spong, "Hybrid impedance control of robotic manipulators," in *IEEE Journal on Robotics and Automation*, vol. 4, no. 5, pp. 549–556, Oct. 1988, doi: 10.1109/56.20440.
4. Qi, Zhen. “Trajectory Tracking with Parallel Robots Using Low Chattering, Fuzzy Sliding Mode Controller.” Journal of Intelligent and Robotic Systems, 2007.
5. Yu, S., Yu, X., Efe, M.: Modeling–error based adaptive fuzzy sliding mode control for trajectorytracking of nonlinear systems. In: Proceedings of the 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2003), Roanoke, Virginia, U.S.A., pp. 3001–3006 (Nov. 2–6, 2003).
6. S. Dubowsky and D. DesForges, “The application of model–referenced adaptive control to robotic manipulators,” Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, vol. 101, no. 3, pp. 193–200, Jun. 1979.
7. C. Cao and N. Hovakimyan, “Design and analysis of a novel L1 adaptive controller, part i: Control signal and asymptotic stability,” in American Control Conference (ACC’06), Minneapolis, USA, Jun. 2006, pp. 3397–3402.
8. Bennehar, Moussab & Chemori, Ahmed & Krut, Sébastien & Pierrot, François. (2016). Adaptive Control of Parallel Manipulators: Design and Real–Time Experiments.
9. Yu, Yi & Yi, Jianqiang & Li, Chengdong & Zhao, Dongbin & Zhang, Jianhong. (2009). Fuzzy Logic Based Adjustment Control of a Cable–driven Auto–leveling Parallel Robot. 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS 2009. 2102 – 2107. 10.1109/IROS.2009.5354513.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СУШКИ КЛИНКЕРА

Бочаров Н.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Халапян С. Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Технологическая линия сушки и обжига клинкера состоит из сушила и печи. Клинкерный кирпич производится предприятием АО НК ”ТЕПЛОХИММОНТАЖ”. Он изготавливается из цемента NK–CEM72, состоящего на 70% из оксида алюминия (Al_2O_3) и на 30% из оксида кальция CaO. Схема производства кирпича представлена на рисунке 1. В качестве исходного сырья используется глинозем и полиэтиленовые волокна. Сначала происходит сухое смешивание компонентов. Далее сырье измельчается в шаровой мельнице с водой. На данном этапе добавляются необходимые модифицирующие добавки. После содержимое мельницы попадает на вибропресс, где материал формуется. Затем сырье поступает на сушку и обжиг в печь туннельного типа. Готовым продуктом является клинкер, сформованный в виде кирпичей [1].

На этапе формовки влажность составляет 20–30 %. прочность низкая, достаточная для поддержания формы изделия, после сушки влажность должна составлять не более 1,1 %. Так как контроль влажности при сушке не производится, данный параметр не определяется при производстве. В технологическом регламенте сушка проводится по времени с запасом от расчетного. В печи материал подогревается путем проходящих теплых дымовых газов.

Сушка производится при температуре 130–185 °C. При этом на начальном этапе температура близка к нижней границе диапазона допустимых отклонений контролируемой величины, а на более поздних этапах, близка к верхней границе диапазона.

Объектом автоматизации является сушило туннельного типа. Ширина и высота сушила равны 1.9 м, длина сушила 24 м. В сушиле находится однопутный рельсовый путь, который полностью заполнен вагонетками с кирпичом–сырцом. Кирпичи укладываются на вагонетки без бортиков, с промежутками, примерно 1 см. Промежуток необходим для сокращения времени сушки и повышения эффективности работы технологического объекта. Вагонетки заталкиваются в сушило при помощи гидравлического толкателя. Всего в сушильной камере может находиться 22 вагонетки.

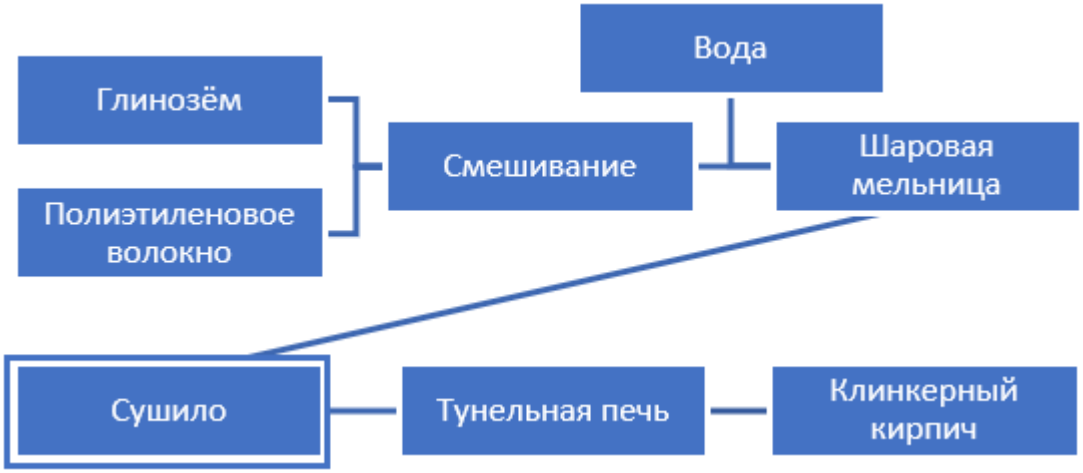


Рис. 1 – Схема производства клинкерного кирпича

Теплый воздух для сушки отбирается из печи обжига клинкера. Для сушки кирпича температура обжига слишком высока, поэтому поток горячего воздуха разбавляется холодным до необходимой температуры.

Технологическая линия, состоящая из сушила и печи, нацелена на получение необходимых конструкционных и прочностных характеристик продукта, на которые оказывает влияние уровень остаточной влажности высушенного продукта. При этом регулирование температуры не дает достаточной информации для заключения об окончании процесса сушки [2].

Анализ работы технологического объекта позволил выделить следующие недостатки:

1) контроль и регулирование влажности отсутствует, сушка ведется по температуре, из–за чего длительность сушки преувеличена;

2) отсутствует система контроля температуры воздуха вблизи колесных пар вагонеток, что негативно влияет на срок их службы;

3) регулирование холодного воздуха осуществляется вручную, что влечет за собой усталость оперативного персонала, высокий риск возникновения аварийной ситуации.

Для устранения данных недостатков разработана система регулирования влажности. Данная система позволит вести управление процессом, опираясь на показания датчика влажности кирпича, а также поддерживать процесс в автоматическом режиме.

Функциональная схема системы регулирования влажности представлена на рисунке 2.

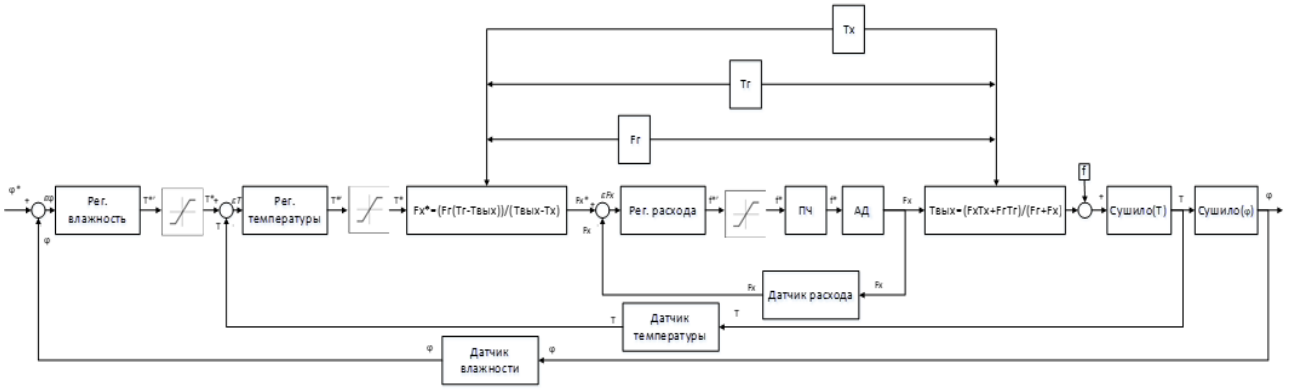


Рис. 2 – Функциональная схема системы регулирования влажности

Влажность кирпича измеряется на выходе сушила, сравнивается с уставкой по влажности. Рассогласование по влажности поступает на ПИ регулятор влажности. Регулятор формирует задание по температуре. Далее рассчитывается рассогласование по температуре, которое поступает на ПИ регулятор температуры. Регулятор формирует задание, которое при известных расходе горячего воздуха и температурах горячего и холодного воздуха, пересчитывается в задание по расходу холодного воздуха. После расчета рассогласования регулятор расхода холодного воздуха формирует сигнал управления, который через преобразователь частоты управляет турбинным вентилятором на основе асинхронного двигателя.

Для настройки контура регулирования влажности была разработана математическая модель в среде Simulink Matlab. Многократное моделирование работы контура позволило подобрать оптимальные значения параметров ПИ–регулятора влажности, ПИ–регулятора температуры и ПИ–регулятора расхода воздуха. Была смоделирована ситуация, при которой начальная влажность кирпича составляла 20%, после чего система вышла на уставку в 1 %. На 1250, 1500, 1750 минутах были поданы возмущения, моделирующие изменение расхода горячего воздуха и температур горячего и холодного воздуха. Система быстро отрабатывает все возмущения и возвращается на уставку. Результаты моделирования приведены на рисунках 3–5.

Разработка и внедрение подсистемы регулирования влажности позволит сократить время сушки клинкера, уменьшить количество брака, а также снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

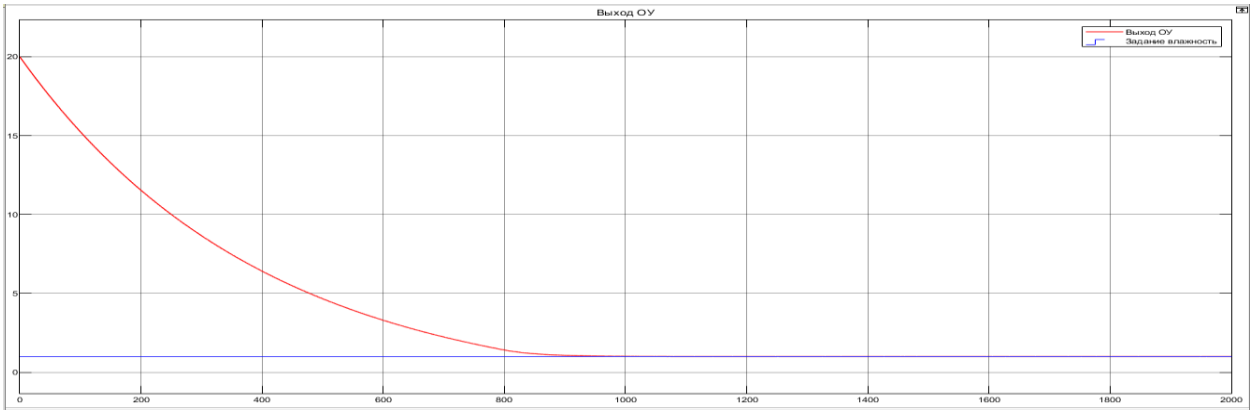


Рис. 3 – График изменения влажности кирпича

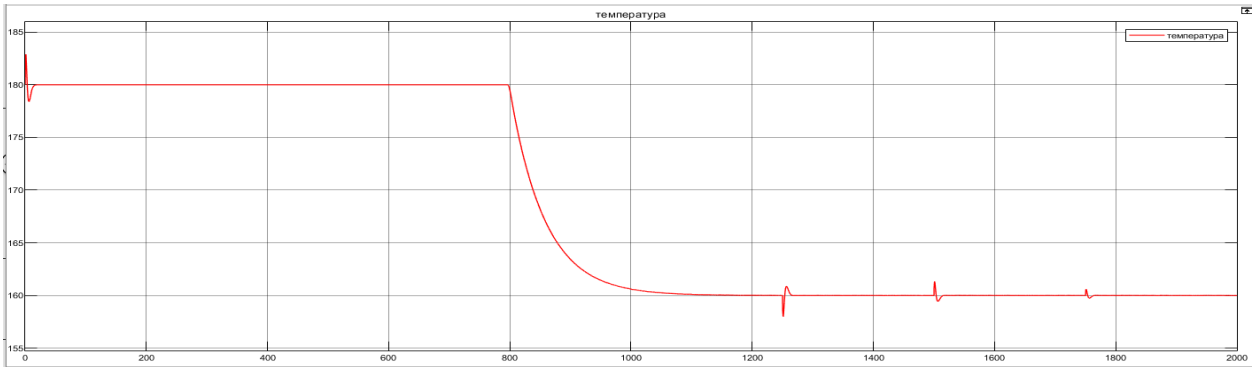


Рис. 4 – График изменения температуры в сушиле

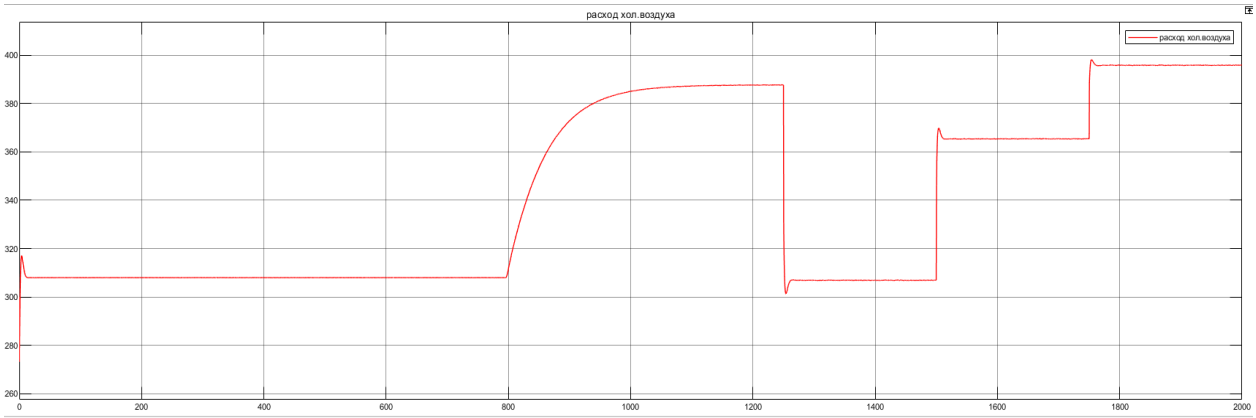


Рис. 5 – График изменения расхода холодного воздуха

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТХМ–ХОЛДИНГ. Изготавливаемая продукция. URL: https://thm–holding.ru/products/ (дата обращения: 31.03.2025).

2. Строительный портал: Заповеди сушки кирпича. URL: https://lobzikov.ru/news/zapoved–sushki–kirpicha–ne–povredi–734 (дата обращения: 31.03.2025).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ, ЗАНИМАЮЩЕЙСЯ ПЛАНИРОВАНИЕМ МЕРОПРИЯТИЙ, В СФЕРЕ ТУРИЗМА, С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВЕДЕНИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ С КЛИЕНТАМИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ GUNA.FRAMEWORK.

Бубликов К.В., студент
Научный руководитель – преподаватель ОИТ **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

Современные условия жизни создают для человека значительные психологические и физические нагрузки. Увеличение темпа жизни, постоянные стрессы и работа в условиях городского ритма формируют потребность в качественном отдыхе и времяпрепровождении на природе. Это обуславливает высокую актуальность создания удобных платформ для организации активного отдыха, которые позволят людям отвлечься от повседневной рутины. Важным направлением, способствующим этому, является развитие сферы кемпинга и туризма. Цель данного проекта заключается в создании сайта с приложением для кемпинга, который предложит клиентам уникальный опыт активного отдыха на свежем воздухе, предоставляющего все необходимые условия для комфортного проживания и насыщенного времяпрепровождения.

Актуальность проекта становится особенно очевидной на фоне растущего интереса к отдыху на природе, охватывающему все возрастные категории. Люди все чаще выбирают кемпинги как альтернативу традиционным гостиницам, поскольку они предоставляют возможность не только насладиться красотой природы, но и участвовать в разнообразных мероприятиях, таких как мастер-классы и спортивные игры. Также следует отметить, что использование информационных технологий для упрощения процесса бронирования, обслуживания клиентов и организации мероприятий создаёт дополнительные преимущества. Ожидается, что внедрение современного информационного сервиса для управления кемпингом позволит значительно повысить эффективность работы компании и уровень обслуживания клиентов.

Цели и задачи системы

Для поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Разработка функционала создания и управления событиями. Создание удобного интерфейса для организаторов событий, позволяющего им задавать основные параметры мероприятий, такие как дата, место, количество участников и стоимость участия. Данный функционал должен поддерживать возможность редактирования информации и администрирования записей, что позволит отслеживать динамику записей и управлять актуальной информацией эффективно.
- Обеспечение доступности информации о мероприятиях на сайте. Создание веб-интерфейса, который будет содержать актуальную информацию о предстоящих мероприятиях и ценах. Данный интерфейс должен быть интуитивно понятным и способствовать быстрому поиску необходимой информации для пользователей, а также обеспечивать удобную навигацию по разделам сайта.
- Организация консультаций через оставление заявки на сайте. Внедрение функции, позволяющей пользователям оставлять заявки на консультации, после чего им будет звонить менеджер для проведения консультации и ответа на встречные вопросы. Эта функция обеспечит простоту и быстроту коммуникации между пользователями и организаторами мероприятий, что повысит уровень обслуживания клиентов и удовлетворенность от процесса получения информации.
- Внедрение Guna.Framework для разработки пользовательского интерфейса. Использование Guna.Framework для создания современного и привлекательного

пользовательского интерфейса, что поможет улучшить общий пользовательский опыт при взаимодействии с системой.

- Автоматизация отправки памяток на электронную почту. Реализация функционала, позволяющего пользователям получать памятки о мероприятиях на электронную почту. Памятки должны включать важную информацию, такую как напоминания о дате мероприятия, советы по технике безопасности и маршруту к месту проведения мероприятия, что позволит повысить качество обслуживания, а также повысит безопасность и осведомлённость участников на туристических мероприятиях.
- Автоматическая отправка чеков на электронную почту. Создание системы, автоматически отправляющей электронные чеки на почту клиента сразу после формирования заказа и оплаты услуг. Данный функционал облегчит процесс учета и предоставит пользователям удобный и современный способ хранения информации о проведенных транзакциях.
- Система регистрации и авторизации пользователей. Разработка модуля регистрации и авторизации, который позволит пользователям создавать учетные записи и входить в систему с использованием безопасных методов аутентификации. Необходимо внедрить функции восстановления пароля через системного администратора для повышения безопасности доступа к персональной информации пользователей.
- Управление профилями пользователей. Создание функционала управления профилями пользователей, который позволит инициировать распределение ролей и прав доступа в зависимости от роли пользователя. Это даст возможность четко разграничивать доступ к различным таблицам в базе данных и обеспечит защиту конфиденциальной информации.
- Создание возможности ведения аудита изменений в базе данных. Разработка системы аудита, которая будет отслеживать изменения, происходящие в базе данных, включая добавление, редактирование и удаление записей. Этот функционал поможет в мониторинге и анализе действий пользователей, что повысит уровень безопасности и позволит эффективно реагировать на возможные проблемы.

Система должна состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом роли учетной записи.

Общее назначение разрабатываемых модулей:

- просмотр таблиц и его столбцов доступных пользователю;
- добавление/удаление/редактирование данных в столбцах доступных пользователю исходя из его роли;
- возможность выбора других таблиц, которые предусмотрены роли пользователя.

Объектом исследования выступает процесс автоматизации взаимодействия между менеджерами и клиентами в сфере активного отдыха.

Предметом исследования данного проекта является система управления записями клиентов и мероприятиями кемпинга.

Цель исследования заключается в создании сайта с приложением для кемпинга, который предложит клиентам уникальный опыт активного отдыха на свежем воздухе, предоставляющего все необходимые условия для комфортного проживания и насыщенного времяпрепровождения.

Результатом исследовательской работы будет являться готовый программный продукт и пояснительная записка.

Архитектура системы

Информационная система может быть реализована на основе клиент-серверной архитектуры. В качестве клиентской части можно использовать веб-сайт и десктоп-приложение, что обеспечит грамотную структуризацию данных. Серверная часть будет обрабатывать запросы приложения, управлять базой данных и обеспечивать безопасность.

Ниже на рисунке 1 представлена диаграмма последовательности для разрабатываемой платформы.

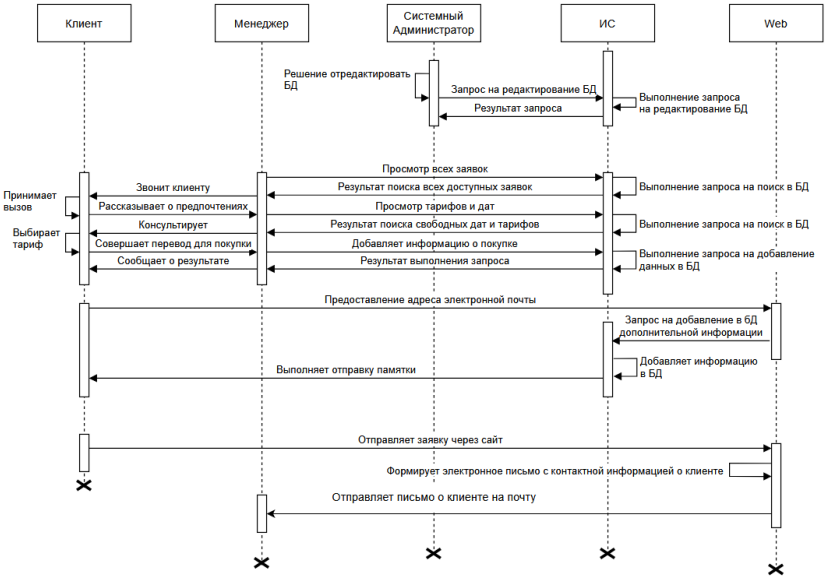


Рис. 1 – Диаграмма последовательности для всей разрабатываемой платформы

Компоненты системы:

1. Интерфейс пользователя: Должен быть интуитивно понятен и удобен в использовании, а также необходимо чтобы система была разработана с использованием Guna.Framework, поскольку это обеспечит необходимую гибкость и эффективность в разработке интерфейса..
2. Форма приложения: Для сотрудников компании, где они смогут добавлять, изменять и удалять информацию доступную в зависимости от роли.
3. Форма сайта: Для клиентов компании, где они смогут ознакомиться с каталогом мероприятий и оставить заявку для дальнейшей консультации с менеджером.
4. База данных: Хранит информацию о заявках, пользователях и мероприятиях. Рекомендуется использовать реляционную базу данных для обеспечения целостности данных и возможности выполнения сложных запросов.
5. Отправка писем: Платформа должна отправлять клиентам после оформления чека в приложении письмо на электронную почту, с указаниями основных правил безопасности поведения в кемпинговых мероприятиях, копией чека и маршрута к данному мероприятию.

Форма веб-сайта представлена ниже на рисунке 2, а форма десктоп-приложения представлена на рисунке 3.

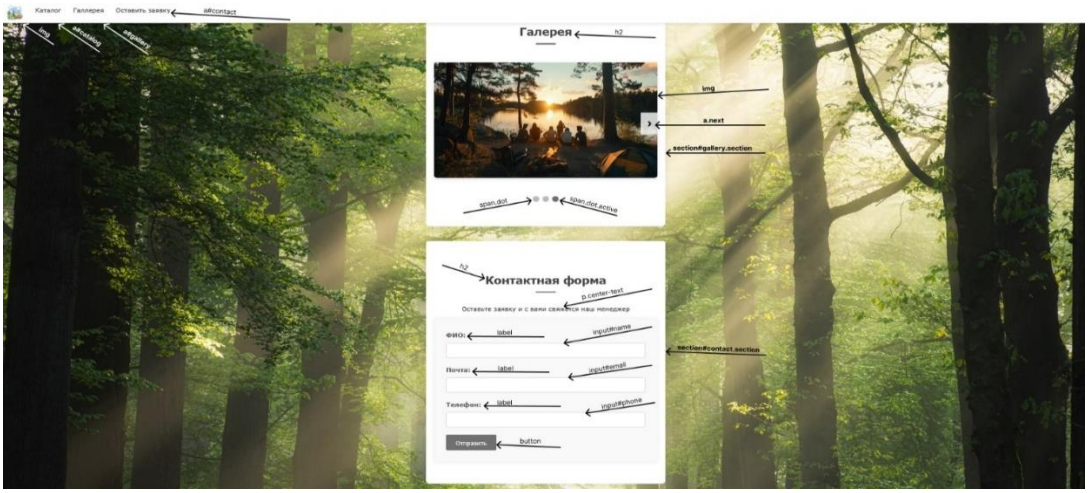


Рис. 2 – Форма веб-сайта

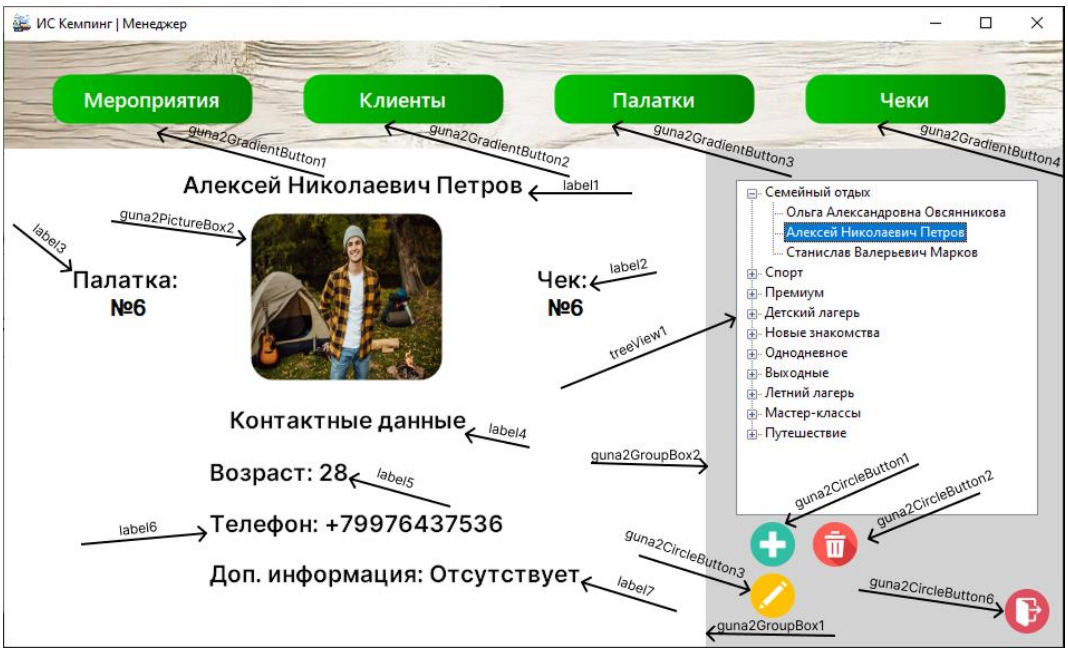


Рис. 3 – Форма десктоп-приложения

Реализация и тестирование

Процесс разработки системы можно разбить на несколько этапов:

1. Сбор требований: Взаимодействие с конечными пользователями и сотрудниками ИТ-отдела для определения функционала системы.
2. Проектирование: Создание архитектуры системы и проектирование интерфейсов.
3. Разработка: Программирование компонентов системы с использованием современных технологий и языков программирования.
4. Тестирование: Проведение функционального тестирования системы для выявления и исправления ошибок, а также тестирование на удобство использования.
5. Внедрение: Постепенное внедрение системы в рабочий процесс организации, обучение пользователей и сбор обратной связи.

Заключение

В итоге, разработанная интернет-платформа позволит кемпинговым компаниям в автоматизации процессов взаимодействия между клиентами и менеджерами, а также в повышении качества предоставляемых услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сысолетин, Е. Г. Проектирование интернет-приложений: Учебное пособие / Сысолетин Е.Г., Ростунцев С.Д., - 2-е изд., стер. - Москва :Флинта, 2017. - 92 с.: ISBN 978-5-9765-3249-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/959359
2. Федорова, Г. Н. Разработка, внедрение и адаптация программного обеспечения отраслевой направленности : учебное пособие / Г.Н. Федорова. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2024. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-41-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2083407
3. Лежнин, В. В. Локальные системы сферы туризма: управление и инновации : монография / В. В. Лежнин, А. Н. Полухина. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2019. - 182 с. - ISBN 978-5-8158-2106-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1871034
4. Булгакова, И. А. Разработка и прототипирование веб-сайтов и интерфейсов онлайн : учебное пособие для вузов / И. А. Булгакова. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2024. - 215 с. – ISBN 978-5-394-06214-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2198439

5. Особенности языка C# 5.0 .NET FRAMEWORK 4.5 : методческое пособие / Ю. А. Костиков, А. В. Мокряков, В. Ю. Павлов [и др.]. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 38 с. - ISBN 978-5-16-103256-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/515184

6. Гуриков, С. Р. Введение в программирование на языке Visual C# : учебное пособие / С. Р. Гуриков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 447 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-540-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1012397

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ НА ОСНОВЕ ОДНОКАМЕРНОГО ЗАХВАТА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Булгаков К.А., студент
Станкевич В.Е., студент
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Техническое зрение представляет собой технологию, которая позволяет обрабатывать изображения, получаемые с помощью цифровых камер, для выявления и анализа объектов — как статичных, так и движущихся [1]. Это направление активно развивается и находит широкое применение в различных областях, таких как системы безопасности, контроль технологических процессов, распознавание лиц и взаимодействие с роботизированными устройствами.

Особое значение техническое зрение имеет в робототехнике. В данном направлении оно используется для определения координат объектов, с которыми взаимодействует робот–манипулятор. Без этой технологии программирование роботов становится крайне трудоемким процессом, так как координаты каждого объекта приходится задавать вручную. Такой подход имеет несколько существенных недостатков:

1. Зависимость от фиксированных условий. Если объект смещается (например, из–за вибраций или других случайных факторов), робот не сможет корректно выполнить захват.
2. Сложность масштабирования. В случае большого количества объектов программирование координат каждого из них становится практически невыполнимым.
3. Накопление погрешностей. Кинематические узлы роботов имеют зазоры и люфты, что приводит к постепенному накоплению ошибок при повторении одни х и тех же действий.

Применение технического зрения решает все эти проблемы. Оно позволяет динамически определять координаты объектов в реальном времени, что делает работу робота более гибкой и точной.

Для успешного выполнения задачи захвата объектов роботом–манипулятором первостепенное значение имеет правильный выбор и расположение камеры. Камера выступает в роли "глаз" системы, предоставляя визуальную информацию о положении, форме и ориентации объектов в рабочей зоне.

В рамках данного проекта для захвата изображений был применен модуль ESP32–CAM (Рисунок 1) с интегрированной камерой. Он оснащен процессором ESP32 с поддержкой Wi–Fi, что позволяет передавать данные в реальном времени на управляющий компьютер или контроллер манипулятора.

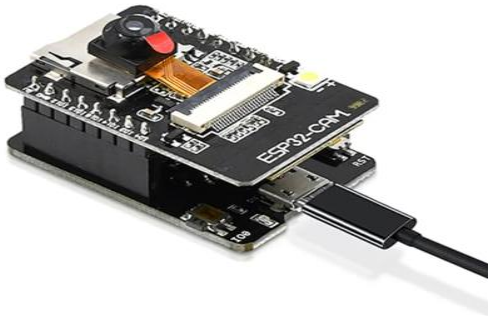


Рис. 1 – ESP32–CAM

Камера была закреплена на штативе параллельно рабочей зоне (Рисунок 2), что значительно облегчило процесс настройки и калибровки системы. Такое расположение

позволило минимизировать перспективные искажения и обеспечить равномерный охват всей рабочей области, что особенно важно для точного определения координат объектов.



Рис 2. – Реализация крепления камеры над рабочей областью

Одна из проблем при использовании компьютерного зрения состоит в несовпадении систем координат и единиц измерения [2] (рис. 3).

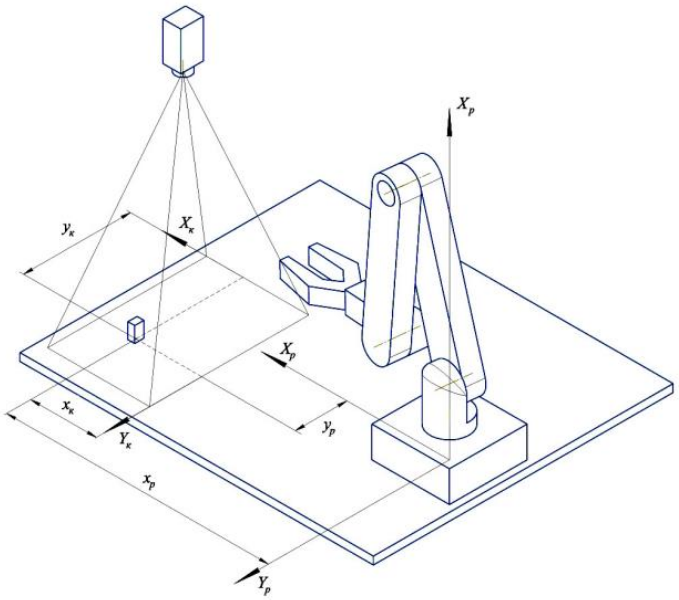


Рис. 3 – Система координат камеры и робота

Система координат робота (XpYpZp) имеет начало в середине его основания, тогда как система координат камеры (XкYк) начинается с правого нижнего угла кадра. Это приводит к тому, что начала координат систем не совпадают. Для корректного взаимодействия между камерой и роботом необходимо выполнить преобразование координат, учитывая три ключевых параметра:

- ΔX — расстояние между началами систем координат, измеренное вдоль оси X робота и выраженное в миллиметрах.
- ΔY — аналогичное расстояние, но вдоль оси Y робота.

- Scale — масштабный коэффициент, который переводит пиксельные координаты камеры в миллиметры.

Эти параметры должны быть определены до начала работы программы и внесены вручную. Их настройка является частью процесса общей наладки системы.

Метод получения масштаба Scale заключается в использовании эталонного объекта с известным физическим размером, который измеряется камерой в пикселях. Для обработки изображения применяется библиотека OpenCV, которая позволяет выделить контур объекта и определить его размер в пикселях. Затем реальный размер объекта делится на его размер в пикселях, что дает коэффициент перевода пикселей в миллиметры. Например, если объект имеет длину двадцать четыре мм, а его размер на изображении составляет пятьдесят пикселей, то масштаб Scale вычисляется как 24/50 = 0.48 мм/пиксель.

Далее выполняется измерение расстояния между началами систем координат с использованием калибровочного поля (Рисунок 4), размер каждой клетки которого составляет 5×5 мм. Это позволяет с высокой точностью определить расстояние между началами систем координат камеры и робота манипулятора.

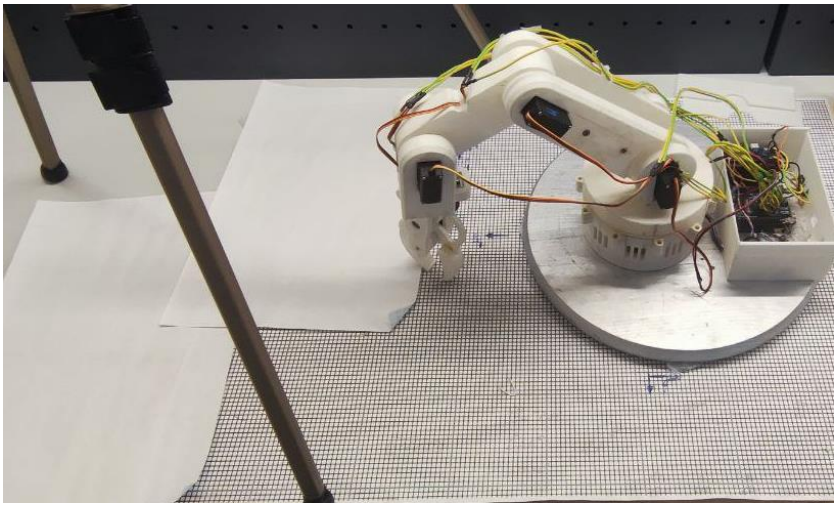


Рис. 4 – Расположение объектов на калибровочном поле

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ручкина Д. А. Использование технического зрения для сортировки объектов роботом

2. Аверков К. В. Макашин Д. С. Использование технического зрения в гибких производственных системах для определения координат беспорядочно расположенных объектов.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СКВАЖИННОГО НАСОСА СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЛИТЕЙНО–МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА ООО «КОЛОМЕНСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИУРЕТАНОВ»

Варава С.А., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент., **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Основное назначение цеха — выпуск мелкосерийных изделий, которые используются в горнодобывающей промышленности. В проекте строительства предусматривается разработка системы водоснабжения для нужд хозяйственных, питьевых и пожаротушения. В первичном проектном расчете насосный агрегат был выбран неверно, по той причине, что значение производительности скважинного насоса имеет большее значение, чем требуемое, что может плохо сказаться на работе противопожарной насосной станции.

Перерасчет и выбор другого силового агрегата основывается на номинальной мощности электродвигателя. По формуле (1) определяем мощность (кВт) двигателя насоса:

$$P_H = \frac{g \cdot H \cdot V_j}{\eta_H \cdot \eta_П}; \quad (1)$$

$$P_H = \frac{9{,}81 \cdot 57 \cdot 1000 \cdot 0{,}025}{0{,}78 \cdot 1} = 18236{,}54 \text{ Вт};$$

$$P_H = 18236{,}54 \text{ Вт}.$$

где: P_H – номинальная мощность двигателя, кВт;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

H – напор насоса, м;

V – подача насоса, м3/с;

j – плотность перекачиваемой жидкости, кг/м^3;

η_H – КПД насоса, %;

$\eta_П$ – КПД передачи (если соединение жесткое, то значение данного параметра равно 1), %.

Для того чтобы насосы не работали постоянно в предельном состоянии необходимо подобрать двигатели, учитывая коэффициент запаса.

- до 7,5 кВт примерно 1,2;
- от 7,5 до 40 кВт примерно 1,15;
- свыше 40 кВт примерно 1,1.

На основании вычисленной расчётной мощности принимаем коэффициент запаса, равный 1,15:

$$P_Д = P_H \cdot k_{зап} \quad (2)$$

$$P_Д = 18236{,}54 \cdot 1{,}15 = 20975 \text{ Вт}$$

$$P_Д = 20975 \text{ Вт}$$

Выбираем насос типа SJ — это погружные скважинные устройства, которые состоят из одно– и многоступенчатых насосов, с двигателем 22 кВт. Насосы модели SJ — это погружные скважинные устройства, которые состоят из одно– и многоступенчатых насосов. Параметры скважинного насоса CNP SJ95–5 совпадают по величине рассчитанного напора, производительности, а также имеется запас по рабочим характеристикам насоса.

Внешний вид скважинного насоса показан на рисунке 1.

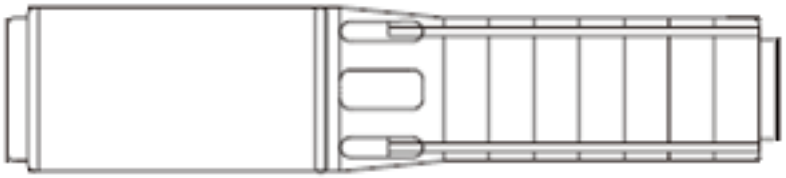


Рис. 1 – Внешний вид скважинного насоса CNP SJ95–5

При данном условии принято решение о помещении скважинного насоса, который будет крепиться на кожух охлаждения и помещен внутрь резервуара.

В свою очередь такое решение обладает некоторыми преимуществами:

- Скважинный насос будет занимать гораздо меньше пространства в резервуаре, ежели погружной насос идентичной мощности, что в свою очередь скажется на количестве полезного объема резервуара;
- Достаточно простое техническое решение по сравнению с посадкой погружного насоса с направляющими и охлаждающим кожухом.

Подбор насосного агрегата выполнен на основании требуемого напора в системе и требуемой производительности.

После того как значение необходимого напора в системе было посчитано, требуется посчитать необходимую производительность насосного агрегата.

Горизонтальное расположение скважинного насоса представлено на рисунке 2.

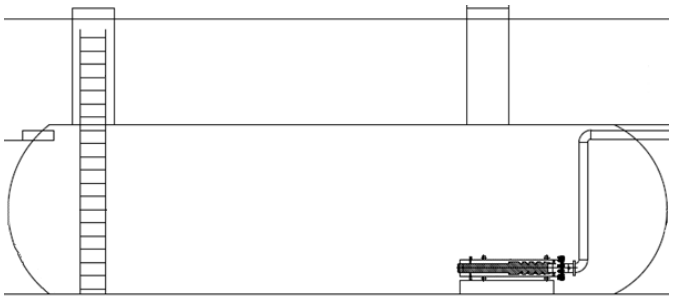


Рис. 2 – Горизонтальное расположение скважинного насоса

Параметры насоса CNP SJ95–5 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры насоса насос CNP SJ95–5.

Подача, $м^3/ч$	90
Напор. м	57
КПД, %	78
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости, $кг/м^3$	1100
Мощность применяемого двигателя, кВт	22

В состав электропривода скважинного насоса входит комплектом асинхронный электродвигатель собственного производства CNP. Технические характеристики электродвигателя насоса представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики электродвигателя насоса CNP

P, кВт	ω, об/мин	M, Н·м	КПД, %	cos φ	$I_{ном}$, А	$M_п/M_{ном}$	$I_п/I_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$	J, $кг·м^2$
22	2900	72,7	85	0,71	52,62	2,5	5,5	3	0,065

Была выбрана скалярная система управления.

Метод скалярного управления основан на поддержании постоянного соотношения напряжения к частоте на протяжении всего времени работы. Такой подход обеспечивает стабильность скорости вращения электромагнитного поля ротора, что, в свою очередь, позволяет сохранить неизменное значение момента.

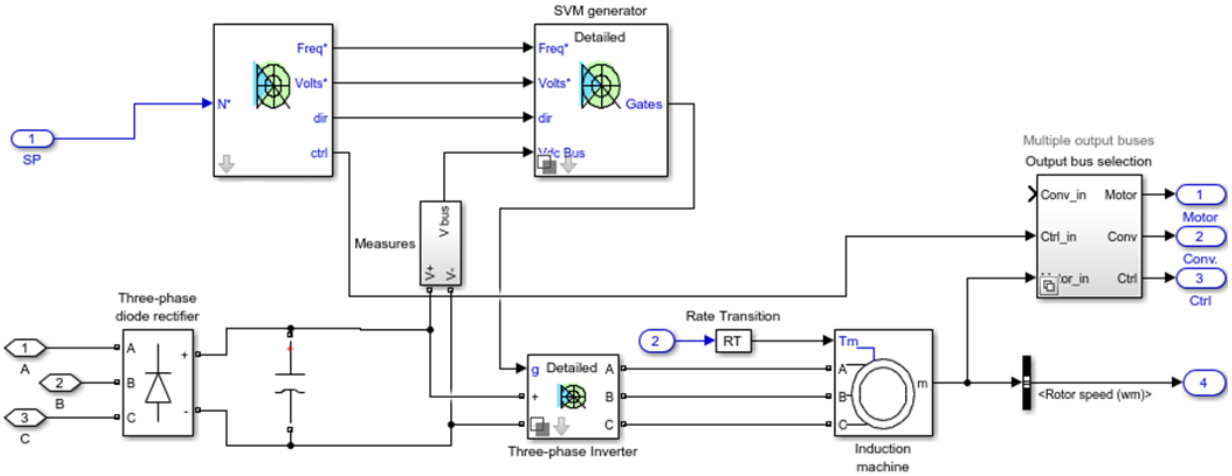


Рис. 3 – Модель асинхронного привода со скалярной системой управлением

На рисунке 3 представлена собранная модель электропривода, реализующая частотное регулирование асинхронного двигателя. Модель включает две основные части: силовую и управляющую.

Силовая часть состоит из следующих элементов:

- трёхфазного диодного выпрямителя, реализованного по мостовой схеме Ларионова;
- сглаживающего конденсатора, предназначенного для уменьшения пульсаций напряжения;
- трёхфазного инвертора, обеспечивающего модуляцию управляемого синусоидального напряжения.

Управляющая часть включает:

- регулятор скорости, который рассчитывает необходимые значения напряжения и частоты на основе заданной скорости;
- блок пространственно–векторной модуляции, формирующий управляющие сигналы для управления силовыми ключами инвертора.

Эта структура обеспечивает точное и эффективное управление частотой вращения асинхронного двигателя.

В результате моделирования электропривода насосной установки были получены графики, отражающие изменения тока статора, скорости вращения вала ротора и момента на валу по времени. Результаты представлены на рисунке 4.

Анализ графика электромагнитного момента показал, что электродвигатель не достигает значения критического момента, что исключает возможность его опрокидывания. В рабочей зоне, при отсутствии динамической составляющей момента, значение момента соответствует указанному в паспортных данных двигателя.

Вывод: на основании полученных данных можно заключить, что моделирование разработанной системы функционирует корректно, выполняя все заданные требования к стабильности и плавности работы электропривода.

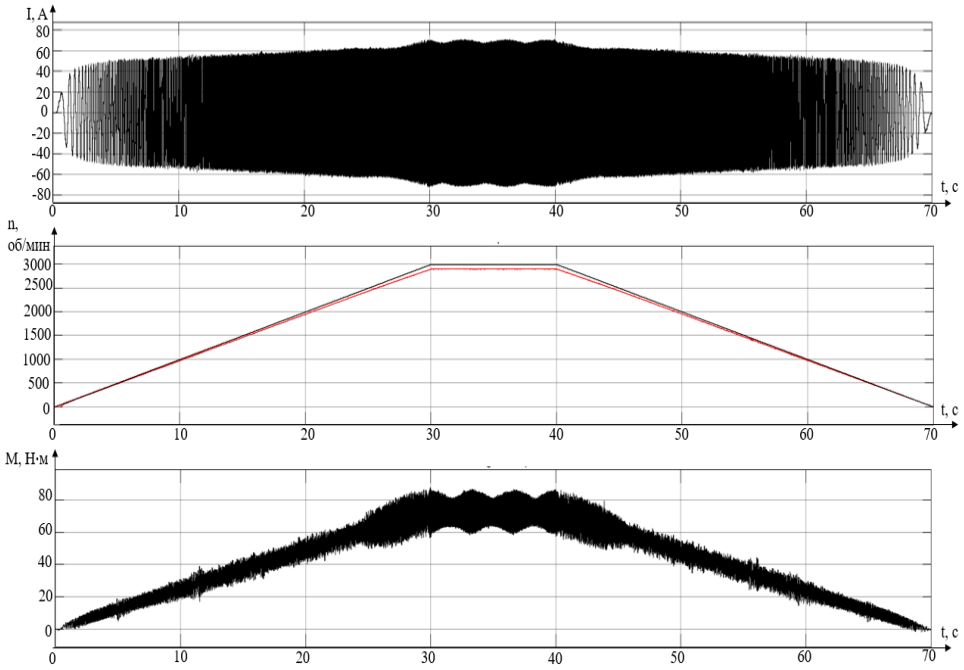


Рис. 4 – Графики двигателя итоговой модели электропривода

Для реализации системы управления скважинного насоса требуется минимальный дополнительный набор, который состоит из теплового реле и электромагнитного контактора, которыми были выбраны в соответствии по списку:

1. РТ–02 40–95 А;
2. КМ–102.



Рис. 3 – Дополнительное оборудования для реализации проекта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев, В. И., Теория электропривода: Учебник для вузов. / В.И. Ключев – [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.elec.ru/library/nauchnaya–i–tehnicheskaya–literatura/teoriya–elektroprivoda–klyuchev/ (дата обращения: 07.09.2024).

2. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. / Н. Н. Абрамов [Электронный ресурс]– режим доступа – URL: https://djvu.online/file/3koJSDBmoqRv0 (дата обращения: 17.10.2024).

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП КОТЛА–УТИЛИЗАТОРА ЦЕХА СПЦ–1 АО «ОЭМК»

Василишин В.А., студент
Научный руководитель – к.т.н.,доцент, **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Котел–утилизатор, отличается от обычного котлового оборудования принципом работы. Если классические котловые установки представляют собой теплообменные агрегаты, где энергия горения топлива превращается в энергию пара и энергию теплоносителя, то в котле–утилизаторе отсутствует привычная топочная камера.

Такого вида котлы не обладают активными процессами горения и используют только вторичную энергию горячего теплоносителя для производств пара.

В СПЦ–1 установлены три котла–утилизатора Г–1030Б (рис.1), которые используются для генерации пара на нужды цеха при помощи перегретых продуктов горения природного газа. Это рекуперационные установки горизонтального газотрубного типа с двумя барабанами и внешним барабаном–сепаратором, внутри которого поддерживается естественная циркуляция.

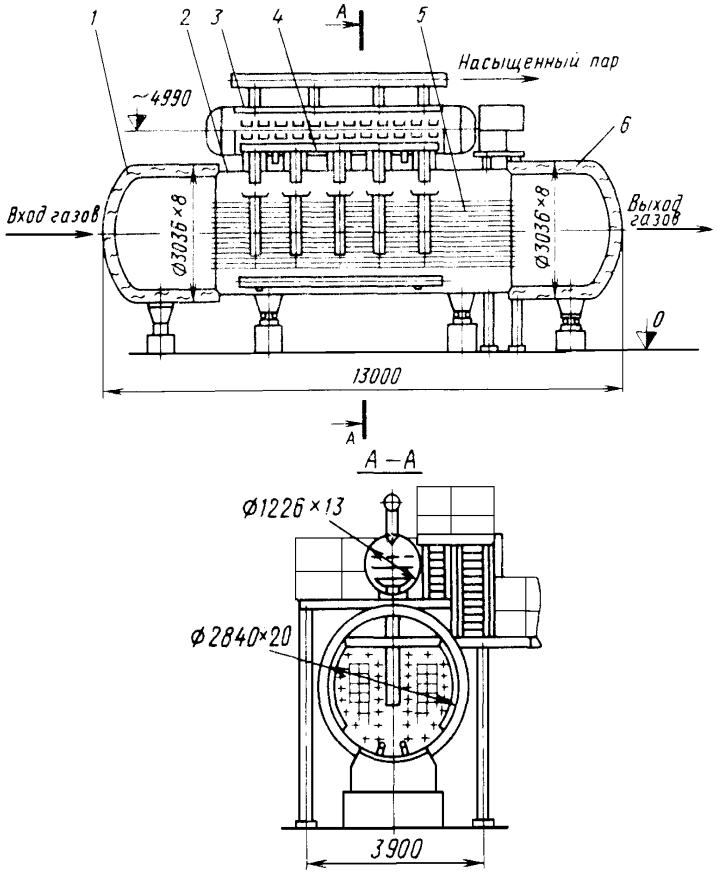


Рис. 1 – Изображение котла утилизатора Г–1030Б

Схема устройства представлена входной газовой трубой (1), барабаном–испарителем (2), барабаном–паросборником (3), сепарационным устройством (4), дымогарными трубами (5) и выходной газовой камерой (6). [1]

Основная часть горизонтального котла–утилизатора – это барабан–испаритель длиной 7,3 метра и диаметром 2,8 метра. Внутренняя часть барабана представлена испарительными трубами (до 1032 шт.), которые собраны в барабанные решетки и приварены по внутреннему периметру барабана. Внутри труб заводится теплоноситель (дымовые газы), которые вступают

в теплообмен с котловой воды, которая подаётся в межтрубное пространство барабана через специальные опускные короба.

На верхней части котла установлен барабан–паросборник диаметром 1,2 метра и сообщается с барабаном–испарителем через пять пароподъемных труб. Перегретый пар поступает вместе с водой в паросборник, вода попадает на специальное корыто и затем возвращается в систему, нагретый пар убирается сепарационным устройством. Последнее представляет собой ряд горизонтальных дырчатых листов, за которым располагается отражатель. Отвод пара происходит по четырем специальным пароотводящим штуцерам через паросборный коллектор.

Как было сказано выше, в качестве теплоносителя выступают дымогарные газы, поступающие от нагревательных печей СПЦ–1. Теплоноситель поступает в газовую камеру, проходит через испарительные трубы и выходит через выходную камеру. Таким образом, высокий потенциал вторичных энергетических ресурсов применяется для производства пара и обеспечивает понижение температуры газов при сбросе в дымовую трубу. Дымовые газы подаются через отсекающий шибер во входную камеру. Согласно технологической карте процесса газы должны охлаждаться до 250 ℃, после чего они выводятся дымососом в дымовую трубу.

Питающая часть котла–утилизатора состоит из деаэрированной и химически очищенной воды, которая подается насосными установками под давлением 2,3 МПа и рабочей температурой не менее 102 ℃. Подпитка котла ведется двумя трубопроводами. Питающая вода (солесодержание не более 3000 мг/л, щелочность не более 11 мг/л) поведена к коллектору барабана–паросборника и корыту, откуда по пяти коробам она поступает в межтрубное пространство барабана–испарителя. Там вода нагревается, часть воды диссоциирует в пар и пароводяная смесь поднимается по паросборным трубам на сепаратор, где происходит отделение воды и пара, пар удаляется, вода возвращается в систему. Таким образом, имеется замкнутый контур, подпитка водой которого происходит из–за затрат диссоциации на пар.

Пар из котла удаляется по специальному паросборному коллектору, на котором установлена ручная задвижка и байпасная линия с обратным клапаном. Отвод соединяется с паропроводом котельной, перед стыком установлен манометр для фиксации давления насыщенного пара.

Котел оборудован средствами противоаварийной защиты, включая дренажные каналы перепитки, а также отсечной шибер перед входной газовой камерой. Сброс воды из барабанов осуществляется в специальный колодец–охладитель, где происходит расхолаживание воды до 80 ℃. Расхолаживание происходит путем смешивания дренажной воды с технической водой, после чего она удаляется в контур водоподготовки для повторной химической очистки и деаэрации.

Одним из основных уязвимых мест является устаревший средний уровень автоматизации. На сегодняшний день используется контроллер PHILIPS, обслуживать который экономически нецелесообразно.

Кроме этого, можно выделить следующие недостатки действующей АСУ ТП:

- Информация отображается с помощью устаревших контрольно–измерительных приборов, а современные средства визуализации процесса не используются.
- Современная система регистрации и хранения данных о ходе технологического процесса отсутствует.
- Данные о ходе процесса не передаются оперативно в системы управления цехом и комбинатом.
- Рабочие места оперативного персонала не соответствуют современным эргономическим требованиям.
- Управляющие функции системы реализуются с использованием устаревшего оборудования.
- Участие оператора в управлении технологическим процессом чрезмерно высоко.

- Системы противоаварийной защиты не соответствуют современным стандартам безопасности.

Эти недостатки провоцируют ряд экономических издержек. В частности, отсутствие точных автоматических контуров регулирования приводит к понижению паропроизводительности котла, в результате чего приходится использовать больше котлов в контуре.

Предлагается спроектировать обновление существующей АСУ ТП участка котлов–утилизаторов СПЦ–1 с целью повышения качества управления технологическими объектами, уменьшения издержек в их работе, а также улучшения условий труда на объекте. В рамках модернизации системы в данной работе предполагается выполнить следующие подзадачи:

1. Выполнить замену программируемого логического контроллера (ПЛК) на современный;
2. Спроектировать и провести математическое моделирование контура регулирования температуры перегретого пара на выходе из котла, в результате чего определить оптимальные рациональную структуру и параметры регуляторов;

На сегодняшний день, выбор ПЛК является непростой задачей, так как необходимо учесть множество ограничительных факторов, таких как действующие экономические ограничения на взаимодействие с зарубежным рынком из РФ, так и инфраструктурные ограничения уже существующей АСУ ТП.

Проведя анализ ряда отечественных устройств, было решено остановить свой выбор на ПЛК марки Regul, а именно на версии R500 [2], которая зарекомендовала себя, как отличный отечественный аналог ПЛК SIEMENS.

Преимущества Regul R500:

1. Возможность строить полноценные распределенные АСУ ТП;
2. Повышенная отказоустойчивость, дублирующие каналы связи, горячее резервирование и высокоскоростные каналы ввода измеряемых технологических параметров;
3. Модульная конструкция с возможностью параметризировать её только необходимыми блоками;
4. «Горячая» замена всех модулей контроллера (без отключения питания и прерывания прикладной программы);
5. Подключение станций удаленного ввода / вывода к центральному процессору по топологии «двойное резервируемое кольцо», «звезда» и смешанной схеме;
6. Энергонезависимая память — до 3 Гб (в базовом исполнении) под архивы пользователя.

Последний пункт, описанный выше, является одним из решающих при выборе Regul R500. Наличие большой ПЗУ позволяет хранить прямо на контроллере дублирующие сведения, тем самым минимизируя риски, связанные с сетевой инфраструктурой.

Регулирование температуры насыщенного пара возможно в определенном диапазоне, используя давление в барабане–котла [3]. Рассмотрим следующую функциональную схему системы автоматического регулирования температуры пара, приведенную на рисунке 2.

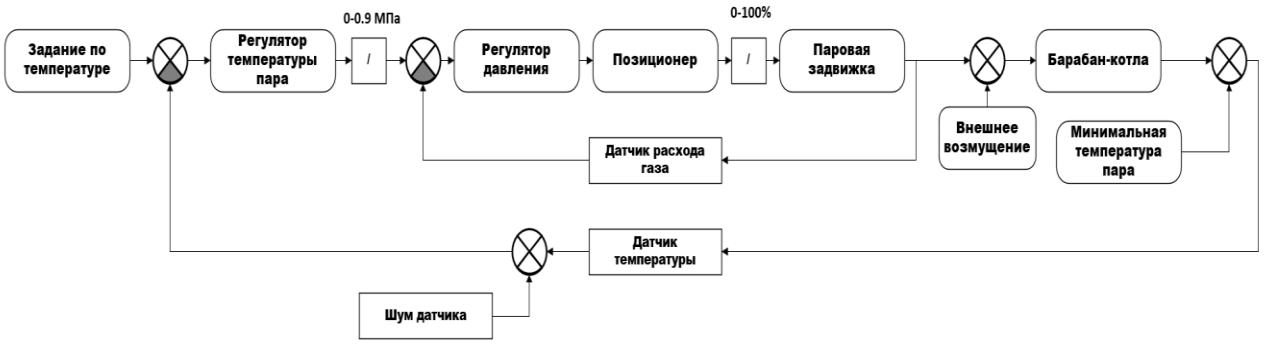


Рис. 2 – Схема системы автоматического регулирования температуры пара

Объектом управления (ОУ) здесь выступает барабан–испаритель котла, который может быть описан апериодическим звеном первого порядка (1) с запаздыванием, входом которого является давление пара (МПа), а выходом температура насыщенного пара (°С).

$$W(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1} e^{-st}, \quad (1)$$

где k – это коэффициент усиления звена, определяющий связь выходного сигнала с входным в установившемся режиме;

T – постоянная времени звена, определяющая время окончание переходного процесса.

Для расчета коэффициента усиления рассматриваемого объекта управления воспользуемся паспортными данными котла. Известно, что регулируемый диапазон температуры пара на выходе котла лежит в диапазоне от 155 до 195 °С. При этом, минимальное давление в барабане котла составляет 0,5 МПа, а максимальное 1,4 МПа. Исходя из этой информации можно рассчитать значение коэффициента усиления приведенной выше модели (1) управляемого объекта:

$$k_{ОУ} = \frac{(195 - 155)}{(1.4 - 0.5)} = 44.4;$$

$$k_{ОУ} = 44.4 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{МПа}}$$

Запаздывание в модели ОУ объясняется временными затратами на процесс испарения, прохождения сепаратора и выхода в коллектор измеряемой среды. Данный процесс занимает порядка 10 секунд. Постоянную времени объекта управления можно определить из результатов наблюдений за его работой. Согласно экспериментальным данным с действующего котла, пар изменяет температуру после изменения давления приблизительно в течение 75 секунд. Эта информация позволяет оценить постоянную времени модели объекта управления

$$T_{ОУ} = \frac{75}{3} = 25;$$

$$T_{ОУ} = 25 \text{ сек.}$$

Таким образом, модель ОУ будет иметь следующий вид:

$$W_{ОУ}(s) = \frac{44.4}{25 \cdot s + 1} e^{-10s} \quad (2)$$

Исполнительным механизмом в данном контуре выступает паровая задвижка с позиционером в паровом коллекторе. Изменение положения задвижки ведет к повышению или понижению давления в барабане. Задвижка управляется позиционером, модель которого может быть описана апериодическим звеном первого порядка, входом которого является сигнал 4–20 мА с регулятора, а выходом степень открытия задвижки (%).

Для определения коэффициента усиления позиционера воспользуемся следующим соотношением:

$$k_{Поз} = \frac{100}{20 - 4} = 6.25;$$

$$k_{Поз} = 6.25 \frac{\%}{\text{мА}}$$

Постоянная времени позиционера равна времени полного открытия запорной арматуры, которой он управляется. В данном случае время полного открытия 24 секунды.

$$T_{Поз} = \frac{24}{3} = 8;$$

$$T_{Поз} = 8 \text{ сек.}$$

Описать задвижку, входом которой является процент её открытия, а выходом давление пара, можно простым усилительным звеном. Коэффициент усиления равен отношению максимального давления (0,9 МПа) к максимальной степени открытия задвижки (100 %). Таким образом, модель исполнительного механизма будет иметь следующий вид:

$$W_{ИМ}(s) = \frac{6.25}{8 \cdot s + 1} \cdot 0.009 \quad (3)$$

Математические модели датчиков температуры и давления будут представлять собой передаточные функции следующего вида:

$$W_D(s) = \frac{1}{T_D \cdot s + 1}, \quad (4)$$

где T_D – это время демпфирования датчика. Время демпфирования датчика давления составляет 5 секунд, время демпфирования датчика температуры – 21 секунду. Исходя из этого, модели датчиков давления и температуры будут иметь вид звеньев (5) и (6) соответственно.

$$W_D^P(s) = \frac{1}{1.67 \cdot s + 1} \quad (5)$$

$$W_D^T(s) = \frac{1}{7 \cdot s + 1} \quad (6)$$

Модель системы автоматического регулирования давления пара была реализована в виде структурной схемы в среде моделирования MATLAB Simulink, показанной на рисунке 3.

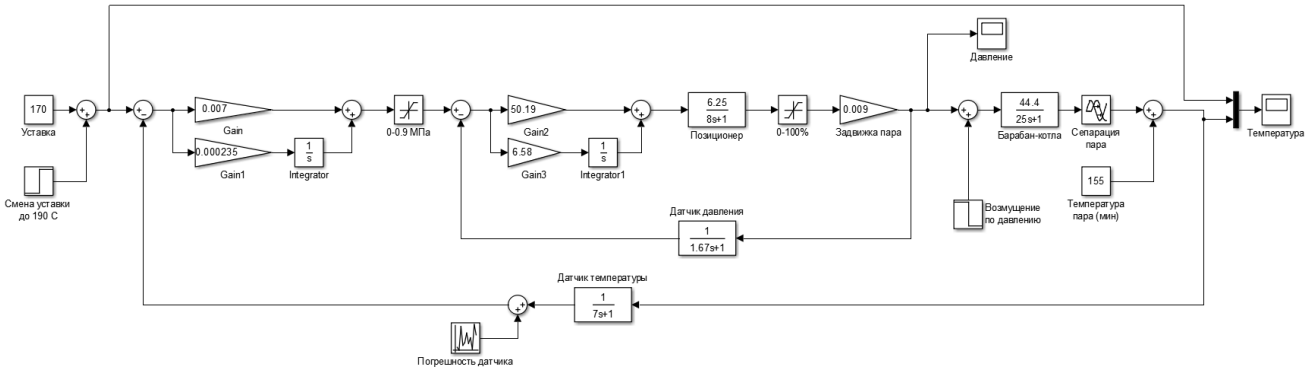


Рис. 3 – Структурная схема контура регулирования температуры

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубев О.В., Карабасов Ю.С., Коротченко Н.А., Черноусов П.И. Металлургия и время: Энциклопедия. – 3 изд. – М.: Издательский дом МИСиС, 2014. – 224 с.

2. Оборудование. ПЛК (промышленные контроллеры) // RegLab. ООО «РегЛаб» – ведущий отечественный разработчик программируемых логических контроллеров REGUL RX00 и программно–технического комплекса AstraRegul. [Электронный ресурс] URL: https://reglab.ru/controller/regul_r500 (дата обращения: 04.04.2025).

3. Соснин, О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств [Текст]: учебник для вузов/ О.М. Соснин. – М.: Academia, 2007. – 240 с.: ил.; 23 см. – Библиогр.: с. 3–6. – 3000 экз. – ISBN 978–5–7695–3623–6.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ОБЖИГА КЛИНКЕРА

Водяха А.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель **Анпилов А.О.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Клинкерный кирпич производится предприятием АО НК ”ТЕПЛОХИММОНТАЖ”. Он изготавливается из цемента NK–CEM72, состоящего на 70% из оксида алюминия Al_2O_3 и 30% оксида кальция CaO. Схема производства кирпича представлена на рисунке 1. В качестве исходного сырья используется глинозем и полиэтиленовые волокна. Сначала происходит сухое смешивание компонентов. Далее сырье измельчается в шаровой мельнице с водой. На данном этапе добавляются необходимые модифицирующие добавки. После содержимое мельницы попадает на вибропресс, где материал формуется. Далее материал поступает на сушку и обжиг в печь туннельного типа. Готовым продуктом является клинкер, сформованный в виде кирпичей [1, 2].

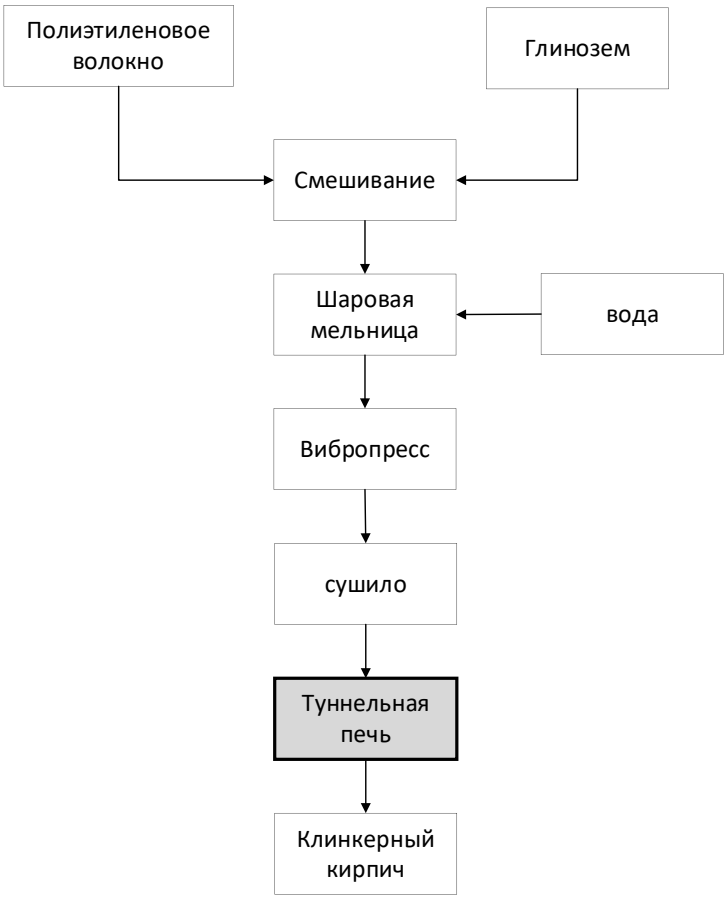


Рис. 3 – Технологическая схема производства кирпича

На этапе формовки влажность кирпичей составляет 20 – 30 %, прочность низкая, достаточная для поддержания формы изделия. После формовки кирпичи отправляются в сушило. После сушки влажность должна составлять не более 1,1 %. Остаточная влажность — это химически связанная влага. Чтобы ее удалить, необходим обжиг. Обжиг — это процесс придания материалу прочности, жесткости и влагостойкости. После сушки кирпичи отправляются на обжиг. Кирпичи укладываются на вагонетки без бортиков, с промежутками, примерно равными 1 см. Вагонетки с кирпичами поступают по рельсам в печь, где каждая

вагонетка проводит по 63 часа. Температура в первой зоне примерно 250 – 400˚С, во второй примерно 600 – 700˚С, в третьей примерно 800 – 1050˚С. Расход газа составляет 50 м3/ч [3].

Объектом автоматизации является печь туннельного типа. Печь находится в состоянии проектирования. В системе управления температурой обжига клинкера присутствуют следующие недостатки:

1) частое включение вентилятора охлаждения колесных пар;

2) неоптимальные значения параметров ПИД–регулятора, из–за чего присутствует перерасход газа и неоптимальное использование мощности горелок.

В данной работе была построена функциональная схема системы автоматического регулирования температуры клинкера путем изменения температуры пламени горелки. В её состав входит 3 контура регулирования: контур регулирования температуры клинкера, контур регулирования расхода природного газа на горелки и контур регулирования расхода воздуха на горелки. Расход газа регулируется заслонкой, установленной на трубопроводе. Она приводится в движение с помощью МЭО. Исходя из текущего расхода газа, рассчитывается задание по расходу воздуха. Соотношение газ/воздух было принято равным 1:11. Контур регулирования расхода воздуха на горелки также содержит заслонку, которая управляется с помощью МЭО. В контуре регулирования температуры клинкера был использован ПИ–регулятор. В него поступает рассогласование между заданием и текущей температурой, на основе которого регулятор рассчитывает управление. Полученный сигнал управления после ограничителя попадает в контур регулирования расхода газа в качестве задания. В контурах регулирования расхода газа и расхода воздуха в качестве регулятора было использовано трёхпозиционное реле. Функциональная схема системы управления температурой клинкера приведена на рисунке 2.

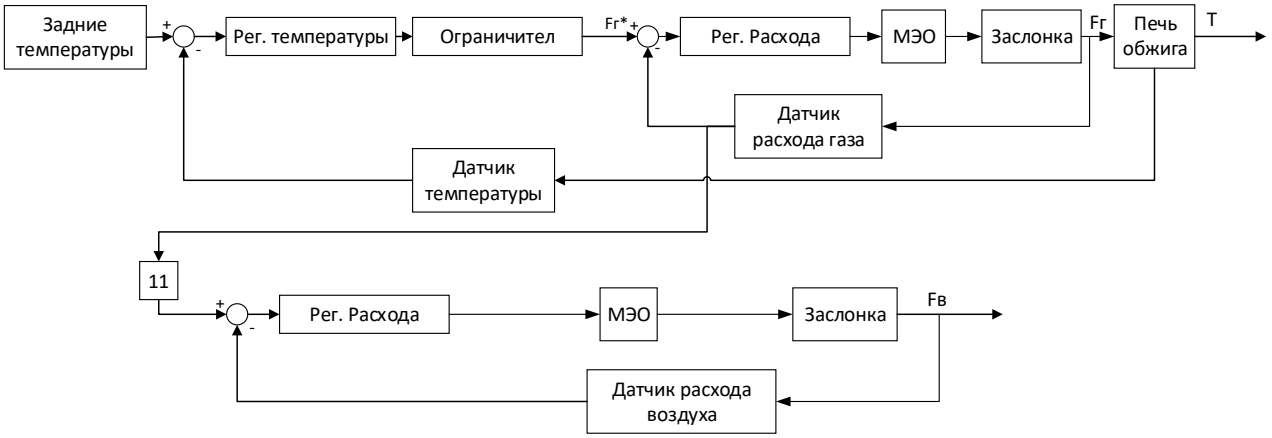


Рис. 2 – Функциональная схема системы управления температурой

Для настройки контура регулирования температуры была разработана математическая модель в среде Simulink Matlab, представленная на рисунке 3. Путем многократного моделирования работы контура было определено, что оптимальным регулятором является ПИ–регулятор со значениями параметров $K_p = 0{,}2$ и $K_i = 0{,}0155$. Во время моделирования была сымитирована ситуация, схожая с рабочим процессом. В начальный момент времени была введена уставка 1100 ˚С. Через 100 минут уставку изменили на 1150 ˚С. Система вышла на новое задание за 50 минут с небольшим перерегулированием. Колебательность и статическая ошибка при этом отсутствовали (рис. 4). Система отреагировала на изменение задания по температуре, увеличив расход природного газа и воздуха на горелки, а затем плавно понизив его в течение 25 минут (рис. 5 и 6). В момент времени 200 минут была сымитирована загрузка материала в печь. Температура в камере печи снизилась. Система отреагировала на данное возмущающее воздействие увеличением расхода газа и воздуха (рис. 5 и 6). При этом температура в печи вышла на задание за 50 минут без колебательности и статической ошибки (рис. 4).

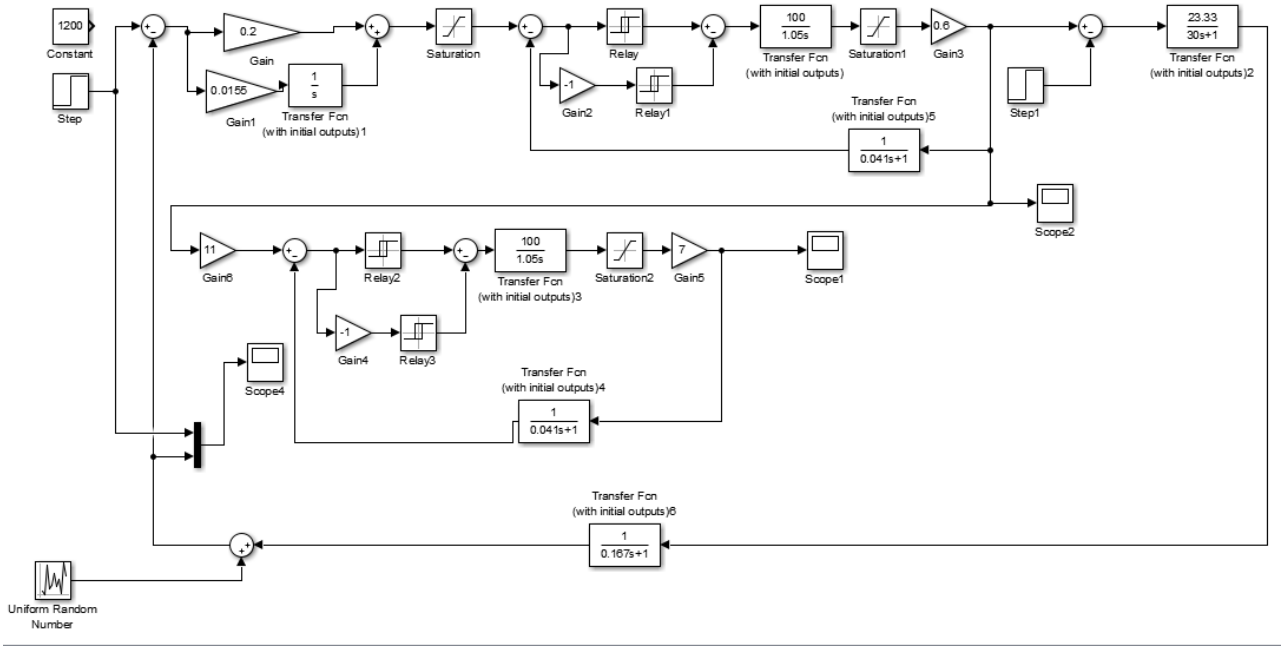


Рис. 3 – Математическая модель системы управления температурой

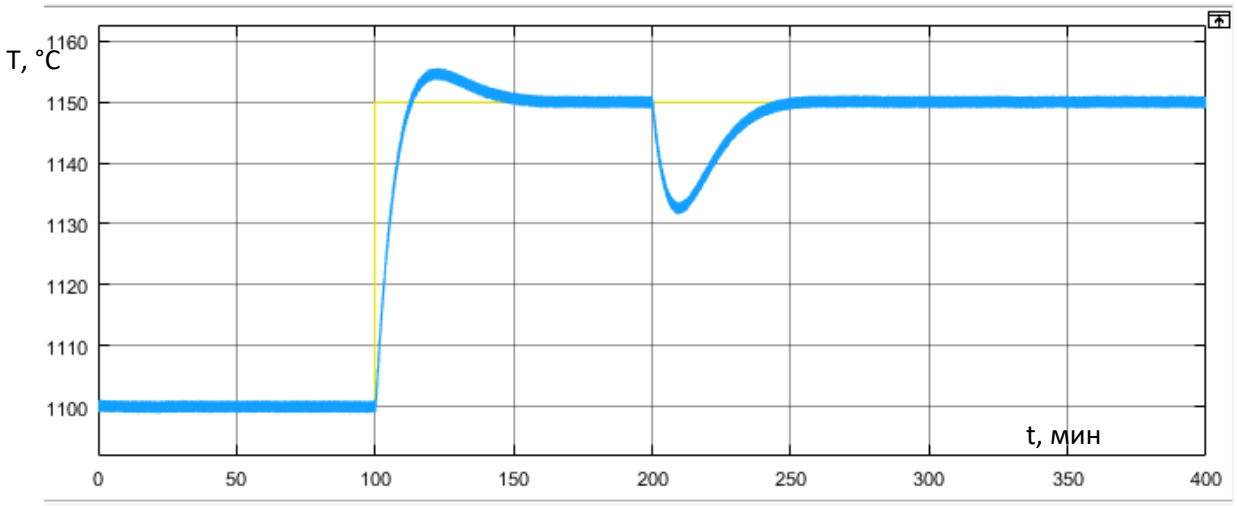


Рис. 4 – График изменения температуры в печи

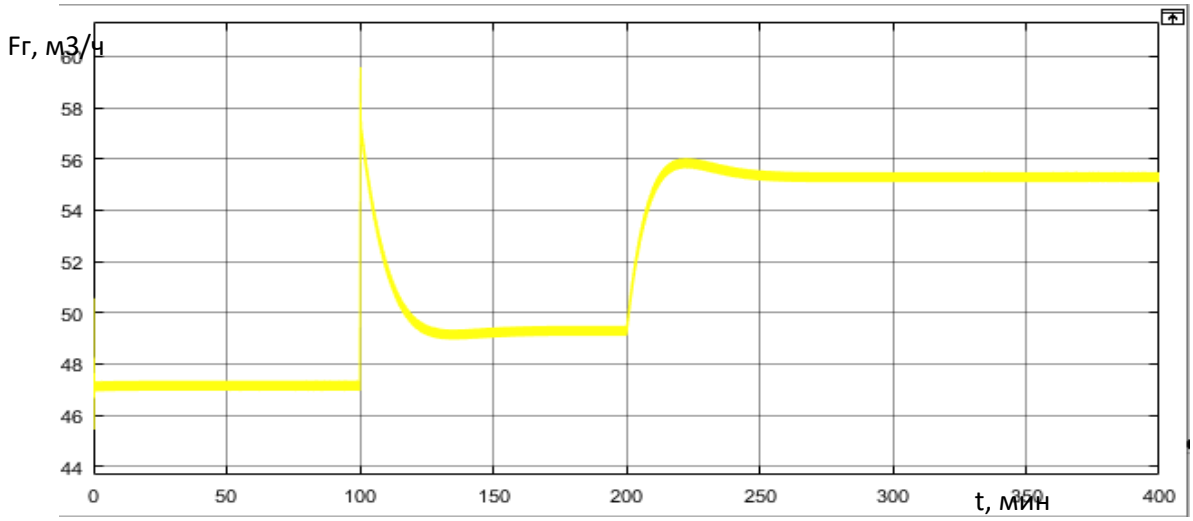


Рис. 5 – График изменения расхода газа

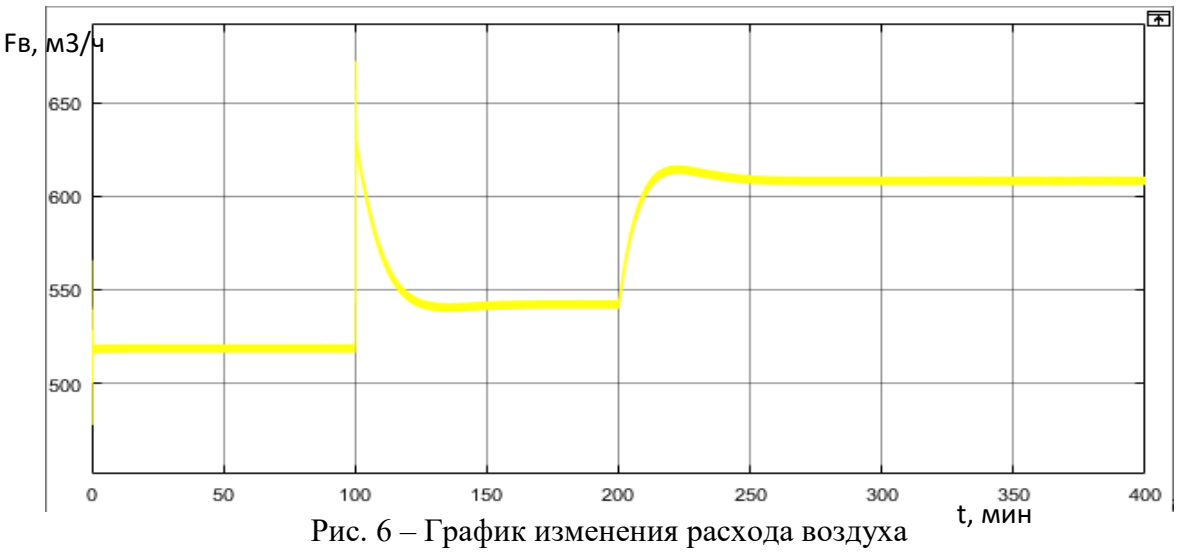


Рис. 6 – График изменения расхода воздуха

Таким образом, разрабатываемая система позволит сократить расход природного газа за счет более оптимального использования мощности горелок, а также повысит точность поддержания температуры в печи обжига, что положительно скажется на технологических характеристиках печи. Данные преимущества позволят получить экономический эффект в виде экономии природного газа. Также сократится время реакции системы на возмущения, влияющие на температуру в печи, за счет оптимальных значений параметров регуляторов, входящих в состав системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТХМ–ХОЛДИНГ изготавливаемая продукция. [Электронный ресурс]. – URL: https://thm–holding.ru/products/ (дата обращения: 04.04.2025).

2. Клинкерный кирпич: особенности производства и применение в строительстве. [Электронный ресурс]. – URL: https://stroysnab66.ru/stati/klinkernyy–kirpich–nadezhnyy–i–estetichnyy–material–osobennosti–proizvodstva–i–primenenie–v–stroitel/?ysclid=m936pqci5y79193715/ (дата обращения: 04.04.2025).

3. АО «СОЮЗТЕПЛОСТРОЙ». [Электронный ресурс]. – URL: https://zaosts.ru/uslugi/promyshlenye–pechi/?ysclid=m988jzm5vv529134353/ (дата обращения: 04.04.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДЪЁМНОЙ УСТАНОВКИ

Волков М. В., студент
Научный руководитель – к. т. н., доцент **Молодых А. В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Подъёмные установки – наиболее эффективный способ транспортировки полезных ископаемых с больших глубин, отличающийся наименьшими капитальными затратами и высоким КПД. В большинстве шахтных подъемных установок (ШПУ) используются устаревшие асинхронные электроприводы [1], что приводит к высоким энергозатратам. Повышение эффективности электроприводов ШПУ критично для производительности и конкурентоспособности горнодобывающих предприятий. Например, снижение потребления на 1 % для ШПУ мощностью 2000 кВт даёт экономию 80–120 тысяч кВт·ч в год [2]. Оптимизация работы подъемных установок способствует уменьшению времени подъема и спуска грузов, сокращению простоев и повышению общей эффективности.

1. Использование рекуперативного частотно–регулируемого привода.

Одним из способов повышения энергоэффективности и снижения энергопотребления шахтной подъемной машины является внедрение преобразователя частоты и системы управления электроприводом. Вместе они позволяют возвращать энергию торможения в питающую сеть в режиме генераторного торможения.

В [3] рассмотрено создание усовершенствованного электропривода для ШПУ, который обладает функцией рекуперации электроэнергии. В статье особое внимание уделяется повышению энергоэффективности электропривода за счёт использования двухзвенного преобразователя частоты (ДПЧ) с активным выпрямителем напряжения (АВН) и добавления звена рекуперации энергии. Это решение позволяет возвращать энергию торможения обратно в питающую сеть, что особенно актуально для условий шахт, где важно минимизировать энергозатраты при спуске грузов.

Использование двухзвенного преобразователя частоты с активным выпрямителем напряжения обеспечивает рекуперацию энергии торможения, что значительно повышает энергоэффективность электропривода ШПУ. Экономия электроэнергии достигается за счёт возврата энергии спуска грузов в сеть, что особенно актуально для мощных шахтных установок. Кроме того, в режиме рекуперации вследствие использования ШИМ импульсное напряжение на стороне переменного тока, формируемое АВН, имеет оптимальный гармонический состав, обеспечивая практически полную фильтрацию дросселями высших гармоник тока сети.

В [4] авторы предлагают использовать двухзвенный преобразователь частоты со звеном рекуперации энергии и формирователь упругого момента для компенсации влияния концевой нагрузки. Данная система управления построена по принципу подчиненного регулирования, где внешний контур регулирует скорость сосудов, а внутренние контуры – момент и потокосцепление ротора асинхронного двигателя.

Применение метода прямого управления моментом с пространственно–векторной модуляцией обеспечивает высокую динамику и точность управления, а введение компенсирующей обратной связи по упругому моменту нагрузки – снижение перерегулирования и пульсаций в режиме рекуперативного торможения. Оптимизация контуров регулирования на основе технического и симметричного оптимумов позволяет дополнительно снизить пульсации момента и перерегулирование по скорости.

2. Применение асинхронно–вентильного каскада

Схема асинхронно–вентильного каскада (АВК) [5] является одной из наиболее экономичных и относительно простых систем электропривода переменного тока. Её применение позволяет достигать существенной энергоэффективности. Однако эта схема

предполагает использование преобразователя с одной группой вентилей, что не позволяет полностью управлять потоком мощности машины. Помимо этого, из–за неполной управляемости преобразователя невозможно осуществить тормозные режимы работы машины, кроме динамического. Ещё одним недостатком такой системы является малый диапазон регулирования скорости (до 2–2,5:1).

Одной из разновидностей АВК является система, известная как токопараметрический асинхронно–вентильный каскад (ТПАВК) – это система электропривода, в которой асинхронный двигатель с фазным ротором работает в режиме двойного питания: статор питается от сети переменного напряжения, а ротор – от параметрического источника тока через вентильные комплекты. ТПАВК обеспечивает плавное регулирование момента и скорости, особенно в диапазоне низких скоростей, что делает его идеальным для шахтных подъемных установок и других промышленных механизмов. Основные преимущества – высокая надежность, энергоэффективность за счет рекуперации энергии скольжения и простота управления. ТПАВК устраняет такие недостатки традиционных систем с роторными станциями, как рывки и потери энергии.

В [6] описан новый тип преобразователя для системы электропривода ТПАВК. Преобразователь отличается от традиционных асинхронно–вентильных каскадов (АВК) повышенной надежностью, улучшенными энергетическими показателями и возможностью применения в многодвигательных механически несвязанных электроприводах. К его основным преимуществам можно отнести: устранение риска опрокидывания инвертора; полную бесконтактность системы благодаря тиристорному регулятору напряжения; упрощение конструкции за счет отсутствия быстродействующих выключателей в цепи постоянного тока для защиты преобразователя и сглаживающих реакторов между роторным выпрямителем и инвертором; улучшенные показатели коэффициента сдвига и искажения тока; возможность синхронизации вращения нескольких двигателей без обратных связей.

Данная система представляет собой усовершенствованную систему электропривода, которая сочетает в себе высокую надежность, улучшенные энергетические характеристики и простоту управления. Однако, несмотря на преимущества, ключевым слабым местом системы остается высоковольтный регулятор напряжения в статорной цепи, хотя даже его отказ не приводит к полной потере работоспособности электропривода.

3. Применение машины двойного питания

Использование машины двойного питания (МДП) в современных автоматизированных электроприводах позволяет существенно повысить технико–экономические показатели ШПУ. Преимущества МДП включают в себя возможность работы с частотой вращения вала 6000 об/мин при питании от промышленной сети, получение удвоенной мощности при тех же габаритах электродвигателя, значениях магнитного потока и крутящего момента, использование статических преобразователей половинной мощности для управления двигателем и возможность удвоения напряжения в генераторе благодаря последовательному соединению обмоток статора и ротора.

В [7] представлен сравнительный анализ различных вариантов электропривода буровой лебедки. В частности, рассматриваются двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором и асинхронный двигатель с фазным ротором, который работает по схеме машины двойного питания. Применение последнего варианта позволяет экономичнее расходовать электроэнергию.

Предложенный в [7] электропривод на базе МДП демонстрирует высокую энергоэффективность, превосходя традиционные решения на 15 – 30 %. Это делает его особенно перспективным для использования на удаленных предприятиях, где важно минимизировать энергозатраты. Кроме того, введение обратной связи по угловому положению ротора помогает устранить проблемы, связанные с потерей синхронизма, и повышает общую устойчивость системы. Это особенно важно для обеспечения надёжной работы оборудования в сложных условиях.

Практическая значимость данного решения заключается в возможности рекуперации энергии и снижения энергопотребления, что позволяет существенно сократить

эксплуатационные затраты. Это особенно актуально для объектов, работающих от дизельных электростанций, где каждый процент экономии энергии имеет большое значение. Таким образом, использование асинхронного двигателя с фазным ротором по схеме МДП не только повышает энергоэффективность, но и делает систему более устойчивой и экономически выгодной.

Предложенное в [8] решение предполагает использование МДП с комбинированным управлением, включающим асинхронный и синхронный режимы работы, а также применение управляемых преобразователей тока (УПТ) и управляемых преобразователей напряжения (УПН) в цепи ротора. Использование УПТ и УПН обеспечивает плавный пуск, торможение и точное регулирование скорости и момента, что повышает устойчивость и надежность системы.

Использование МДП позволяет значительно повысить энергоэффективность электропривода благодаря рекуперации энергии в цепи ротора и снижению потерь, характерных для традиционных схем с роторной станцией. Комбинированное управление асинхронным и синхронным режимами позволяет достичь диапазона регулирования скорости до 40:1 – 60:1, что соответствует требованиям шахтных подъемных установок. Применение УПТ и УПН обеспечивает плавный пуск, торможение и точное регулирование скорости и момента, что повышает устойчивость и надежность системы. Предложенная в [8] схема может быть реализована на основе существующих АДФР с минимальными изменениями, что делает её экономически выгодной для модернизации действующих установок.

Увеличение производительности горнодобывающих предприятий, а также увеличение глубин шахт и рудников обуславливает актуальность проведения работ, связанных с перспективными направлениями модернизации шахтных подъёмных установок, так как они являются наиболее распространенным способом доставки полезного ископаемого на поверхность. Выполненный обзор и анализ позволил выделить главные направления модернизации шахтных подъемных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стрелков М. А., Трифанов М. Г. Тенденции развития современного горно–шахтного подъемного оборудования по итогам международной конференции Hoist & Haul 2015 // Горное оборудование и электромеханика. – 2015. – №9 (118). – С. 40–45.
2. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков. – М.: Академия, 2004.
3. Пугачева Э. Е., Степанов В. М., Иванов А. С. и др. Усовершенствованный электропривод шахтных установок с возможностью рекуперации электроэнергии // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – № 6. – С. 412–418.
4. Пугачева Э. Е., Степанов В. М., Иванов А. С. и др. Разработка модифицированной системы управления электроприводом шахтной подъемной установки в режиме рекуперативного торможения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2018. – № 6. – С. 400–406.
5. Онищенко Г. Б. Асинхронный вентильный каскад. М.: Энергия, 1967.
6. Волков И. В., Калюжный В. В., Калюжный С. В. Преобразователь токопараметрического асинхронно вентильного каскада // Электричество. – 2009. – № 11. – С. 57–61.
7. Бабакин В. И., Изотова Е. В., Уляев Р. И., Хисаметдинов Р. А. Электропривод буровой лебёдки на базе машины двойного питания // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10, № 4(53). – С. 36–38.
8. Поползин И. Ю. Электропривод подъемной установки с комбинированным управлением на основе машины двойного питания // Горное оборудование и электромеханика. – 2023. – № 1(165). – С. 18–23.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВИНТОВОГО НАСОСА, УСТАНОВЛЕННОГО В ПРОИЗВОДСТВЕННО–ЛОГИСТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ КОРРЕКЦИОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЦЕХА СИЛОСОВ АО «ЛИПЕЦКЦЕМЕНТ»

Воробьев О.А., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент., **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Основное назначение цеха — смешивание и транспортировка материала по аэрожелобу. В цех по трубам поступает измельчённые мел, известняк, глина и шлак. Эти материалы попадают в силосы, где происходит процесс их перемешивания — гомогенизация.

Из силосов готовый материал направляется в аэрожелоб, где с помощью насоса ТА–42 транспортируется со скоростью сто десять тонн в час к бункерам хранения. Из этих бункеров материал впоследствии попадает в печь.

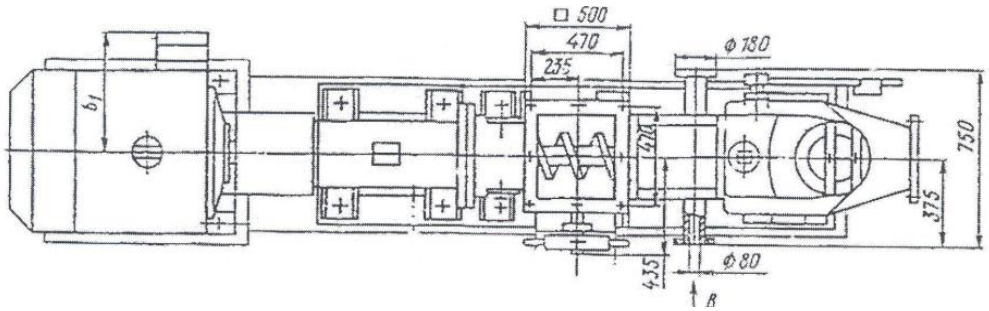


Рис. 1 – Внешний вид насоса ТА–42А

В роли основных установок были выбраны насосы ТА–42А и компрессоры IMPETUS 160. В качестве резерва данные установки необходимо продублировать. Схема расположения насоса в силосном отделении представлена на рисунке 2.

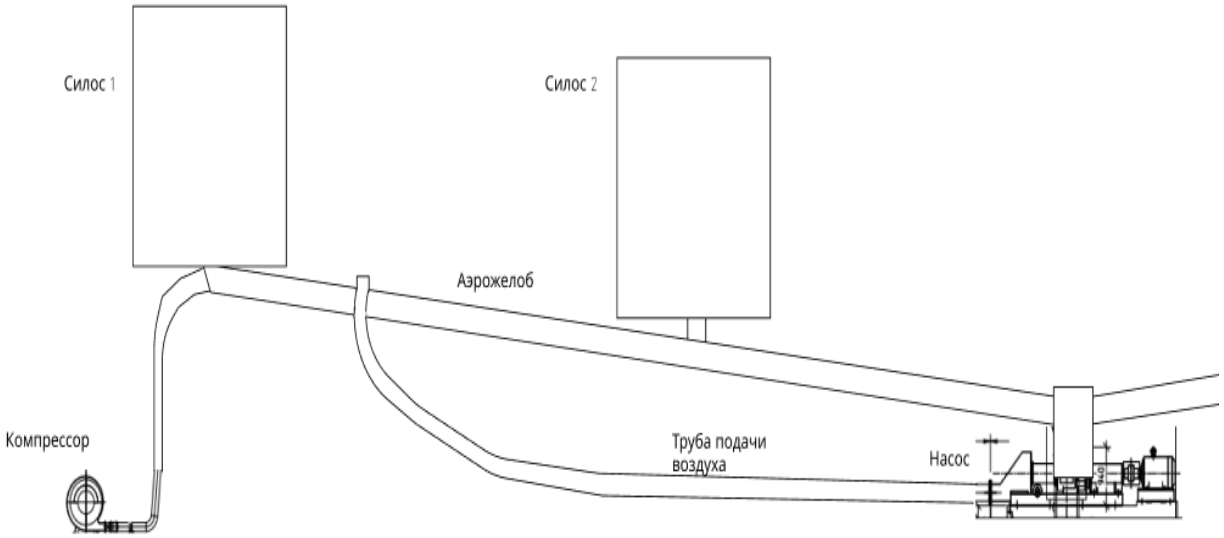


Рис. 2 – Расположение насоса в отделении силосов

Параметры насоса ТА–42А представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры насоса насос ТА–42А.

Характеристика	Величина
Производительность выгрузки цемента из камеры,т/ч	110
Приведённая длина транспортного трубопровода ,не более,м, в том числе по вертикали	250
Внутренний диаметр трубопровода, мм	230
Рабочее давление сжатого воздуха, не более, мПа(кг с/см^2)	0,3(3)
Рабочее давление сжатого воздуха на пневмоуправнение ,не более ,мПа(кг с/см^2)	0,4(4)
Расход сжатого воздуха(расчётный),не менее.м^3/мин	38
Условный диаметр подводящего воздухопровода,не менее,мм	150
Система управления	Автоматическая дистанционная

Технические характеристики электродвигателя насоса представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики электродвигателя насоса ТА–42А

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная мощность, кВт	110
Номинальная скорость, с$^{-1}$	980
Синхронная скорость, с$^{-1}$	1000
Номинальный крутящий момент, Н · м	1066
КПД при нагрузке 100%, %	94
КПД при нагрузке 75%, %	93
Номинальный коэффициент мощности (cosφ)	0,87
Номинальный ток, А	207
Относительный пусковой момент Km	2
Относительный пусковой ток Ki	6,7
Относительный критический момент λ	2
Момент инерции J, кг · м^2	4,54
Число пар полюсов p	6
Частота питающей сети f, Гц	50
Количество фаз	3

Для управления двигателем был выбран частотный преобразователь, поддерживающий необходимую в данном случае скалярную систему.

Скалярная система управления асинхронным двигателем (АД) основана на поддержании постоянного отношения напряжения к частоте (V/f). Это простой и надежный метод, применяемый в задачах, где не требуется точное регулирование скорости или момента (вентиляторы, насосы, конвейеры) [1].

В представленной модели реализован метод пространственно–векторной модуляции (SVPWM), который применяется для управления трёхфазным инвертором напряжения, построенным на основе биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Данный подход обеспечивает формирование трёхфазного выходного напряжения с регулируемыми амплитудой и частотой, что позволяет эффективно управлять асинхронным двигателем в скалярном режиме. Использование SVPWM способствует минимизации гармонических искажений и повышению энергоэффективности системы за счёт оптимизации вектора выходного напряжения. Инвертор на базе IGBT–транзисторов обеспечивает высокую скорость переключения и низкие динамические потери, что делает его предпочтительным решением для систем управления электроприводами. Таким образом, сочетание пространственно–векторной модуляции и силовой электроники на IGBT позволяет достичь

высокой точности формирования выходных сигналов, что особенно важно для задач управления асинхронными двигателями в промышленных приложениях.

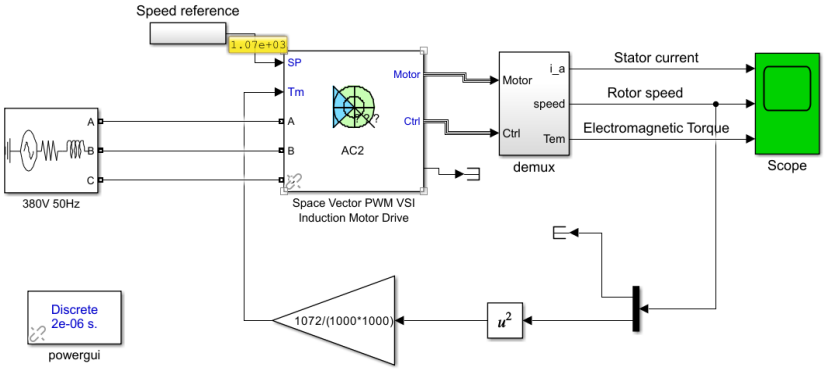


Рис. 3 – Модель пуска под нагрузкой при скалярном законе управления

Было выполнено моделирование предлагаемой системы электропривода в пакете MATLAB / Simulink. В результате моделирования электропривода получены графики скорости вращения вала ротора, тока статора и момента на валу двигателя от времени. Графики приведены на рисунке 4.

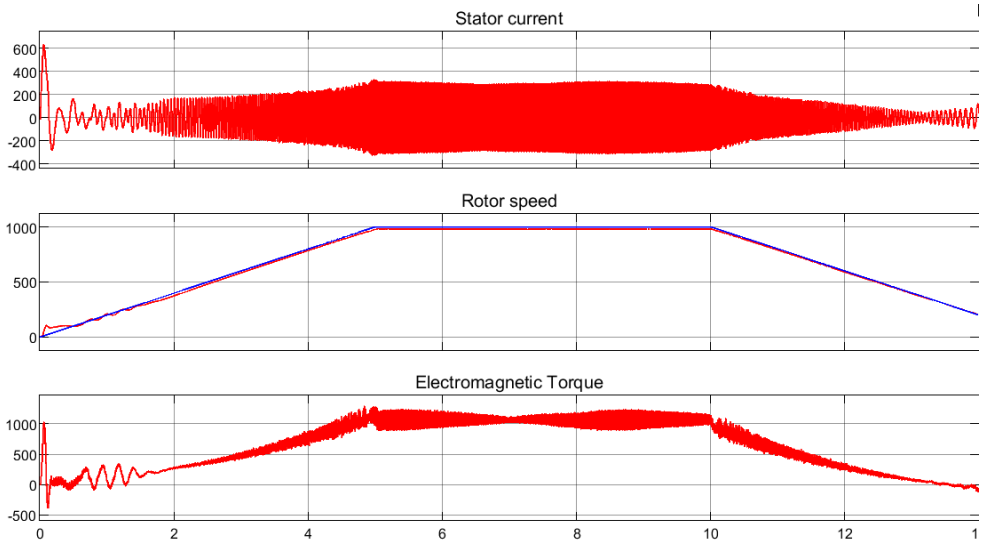


Рис. 4 – Результаты итоговой модели со скалярной системой управления

По данным графиков моделирования можно сделать вывод, что математическая модель двигателя соответствует номинальным значениям двигателя по паспортным данным. Анализ графика электромагнитного момента показал, что электродвигатель не достигает значения критического момента, что исключает возможность его опрокидывания. В рабочей зоне, при отсутствии динамической составляющей момента, значение момента соответствует указанному в паспортных данных двигателя.

Вывод: Проведённое моделирование подтвердило корректность функционирования разработанной системы управления, соответствующей предъявляемым требованиям по стабильности и динамическим характеристикам электропривода.

Полученные результаты демонстрируют плавное регулирование скорости, отсутствие значительных колебаний момента и эффективное подавление возмущений, что свидетельствует о работоспособности выбранного алгоритма управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев, В. И., Теория электропривода: Учебник для вузов. / В.И. Ключев – [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.elec.ru/library/nauchnaya–i–tehnicheskaya–literatura/teoriya–elektroprivoda–klyuchev/ (дата обращения: 07.09.2024).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В IT-КОМПАНИИ

Вышкварко Л.А., студент
Научный руководитель – преподаватель **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Целью данного исследования является разработка автоматизированной системы технической поддержки, предназначенной для обработки обращений пользователей, поступающих из социальных сетей и электронной почты. Проект направлен на оптимизацию процесса взаимодействия операторов с клиентами, внедрение логической структуризации заявок, автоматизацию передачи задач в систему управления разработкой. Основная задача заключается в обеспечении оперативного и качественного обслуживания пользователей, минимизации временных затрат операторов, устранении потерь данных при передаче информации между линиями поддержки.

Актуальность темы обусловлена ростом объемов пользовательских обращений, увеличением требований к скорости реагирования службы поддержки, необходимостью интеграции различных каналов коммуникации в единую систему. Современные компании сталкиваются с проблемами перегрузки операторов, сложностью категоризации обращений, отсутствием эффективных механизмов эскалации сложных технических проблем. Внедрение автоматизированной системы, включающей интеллектуальную маршрутизацию запросов, использование канбан-доски для управления обращениями, интеграцию со внешними инструментами для оперативного формирования технических заданий, позволит повысить эффективность работы службы поддержки, минимизировать вероятность ошибок, обеспечить высокий уровень клиентского сервиса.

Проект представляет собой многоуровневую систему, обеспечивающую взаимодействие пользователей с операторами поддержки через различные каналы связи. Система предусматривает две линии обработки обращений. Первая линия занимается классификацией запросов, установкой статусов, фильтрацией заявок, требующих более детального рассмотрения. Вторая линия работает с технически сложными проблемами, формирует технические задания, взаимодействует с разработчиками, контролирует процесс устранения выявленных багов. Внутри системы реализуется автоматизированная маршрутизация запросов, позволяющая оперативно передавать обращения между линиями поддержки, исключая дублирование информации, снижая нагрузку на операторов.

Предметом исследования выступают методы автоматизации обработки пользовательских обращений, механизмы интеграции с системами управления задачами, алгоритмы распределения запросов по уровням технической поддержки. Объектом исследования является автоматизированная система технической поддержки, анализируются ее ключевые характеристики, функциональные возможности, влияние на эффективность работы операторов, удовлетворенность пользователей.

Конкурентоспособность проекта определяется сочетанием функциональных возможностей, направленных на оптимизацию процессов обработки обращений. В отличие от стандартных CRM-систем, ориентированных на фиксирование клиентских запросов, представленная разработка позволяет вести полноценное управление обращениями, автоматизировать процесс передачи информации между линиями поддержки, организовывать работу операторов в едином интерфейсе. Внедрение системы способствует ускорению обработки заявок, устранению ошибок при передаче данных, повышению качества технической поддержки.

Практическая значимость исследования заключается в создании универсального инструмента, способного применяться в IT-компаниях, коммерческих проектах, внутренних корпоративных службах поддержки. Разработанная система адаптируется под различные

требования бизнеса, масштабируется в зависимости от объема пользовательских обращений, интегрируется с популярными платформами для управления задачами. Использование данной системы позволяет компаниям оптимизировать процессы обработки заявок, минимизировать затраты на поддержку, повысить качество обслуживания клиентов. Техническая поддержка пользователей выступает важным компонентом взаимодействия между компанией и клиентами. Данная сфера охватывает решение простых вопросов, таких как помощь в настройке продукта, и сложных технических задач, требующих участия специалистов по разработке программного обеспечения. Увеличение числа пользователей и развитие цифровых технологий делают традиционные методы обработки заявок, основанные на ручном труде, недостаточно эффективными. Проблемы, возникающие в современных службах поддержки, включают перегрузку сотрудников, задержки в обработке запросов, утрату данных при передаче информации между уровнями поддержки и сложность оценки эффективности работы. Разработка автоматизированных решений направлена на устранение перечисленных проблем, повышение уровня удовлетворенности клиентов и укрепление конкурентных позиций компании.

Целью разрабатываемой системой, условно обозначенная как «SmartSupport», предназначена для создания автоматизированной платформы обработки пользовательских обращений, поступающих через социальные сети и электронную почту. Основное назначение системы заключается в оптимизации задач технической поддержки организаций путем сокращения количества итераций при обработке запросов. Продукт ориентирован на применение внутри организаций, а не на прямое использование конечными клиентами. Применение инструментов автоматизации обеспечивает структуризацию запросов, маршрутизацию обращений, передачу технических задач специалистам по разработке программного обеспечения с минимальным числом промежуточных действий. Внедрение системы направлено на решение следующих ключевых проблем:

- Перегрузка сотрудников службы поддержки значительным объемом поступающих запросов, что замедляет обработку, а также снижает качество обслуживания.
- Отсутствие автоматизированных механизмов классификации запросов, определения их приоритетов, что затрудняет распределение задач по линиям поддержки и уровню выполняемых действий.
- Задержки при передаче сложных технических задач специалистам по разработке программного обеспечения, обусловленные недостаточной интеграцией с системами управления задачами.
- Утрата данных при ручной передаче информации между уровнями поддержки, что приводит к возникновению ошибок и потере ключевых сведений.

Система обеспечивает сокращение количества итераций благодаря автоматизированным инструментам, включая классификацию запросов, маршрутизацию задач, формирование простейших технических задач внутри чатов. Оптимизация процессов позволяет снизить временные затраты сотрудников, повысить прозрачность операций, улучшить качество обслуживания клиентов.

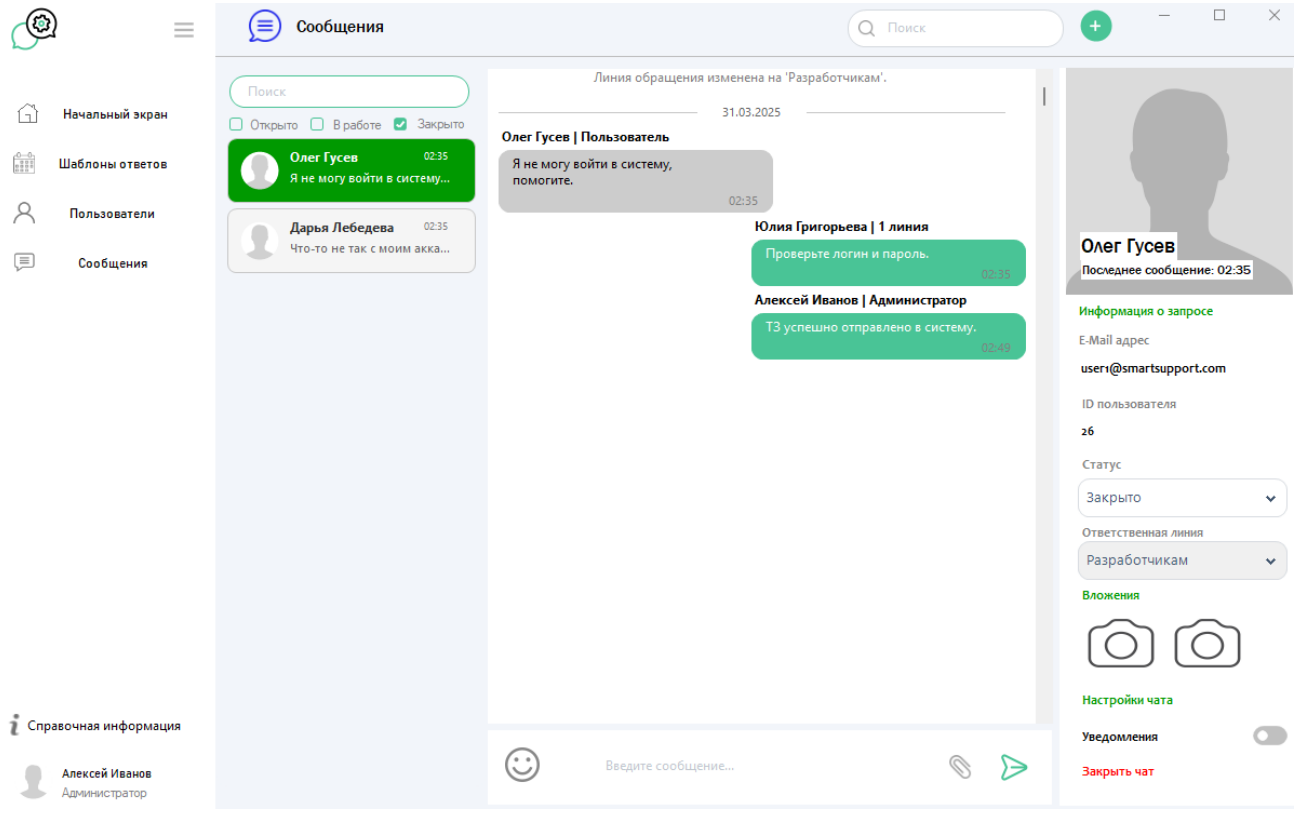


Рис. 1 – Форма сообщений для общения с пользователями

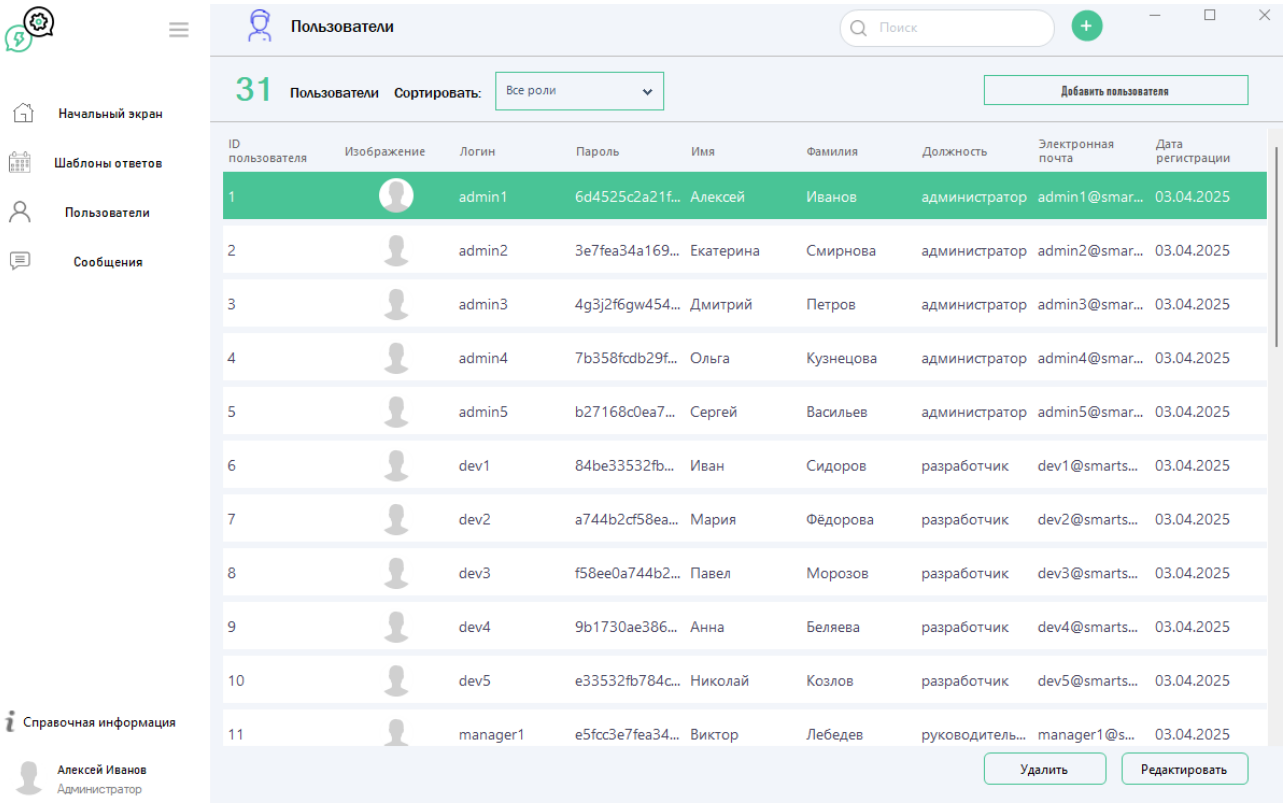


Рис. 2 – Форма управления пользователями

Система разработана для применения несколькими категориями участников, выполняющими различные функции в рамках технической поддержки:

– Администратор. Осуществляет управление системой, включая регистрацию пользователей, авторизацию, настройку подключения каналов поступления обращений — социальных сетей, электронной почты, мессенджеров; добавляет сотрудников службы поддержки, удаляет учетные записи, формирует статистические отчеты, создает резервные копии данных, настраивает интеграцию с внешними сервисами, обеспечивает поддержку базы данных.

– Разработчик. Рассматривает технические задания, поступающие от сотрудников службы поддержки второго уровня, управляет статусами задач, устраняет проблемы, требующие доработки продукта.

– Руководитель отдела. Контролирует деятельность сотрудников и управляет очередями обращений.

– Сотрудник второй линии поддержки. Решает сложные технические обращения, формирует технические задания для разработчиков.

– Оператор ответов первой линии. Принимает входящие запросы, обрабатывает их, классифицирует обращения, отвечает на простые вопросы с использованием готовых шаблонов, передает нерешенные задачи на второй уровень поддержки.

– Пользователь. Формирует обращения через доступные каналы коммуникации, получает уведомления о ходе решения.

Система выполняет следующие функции для достижения поставленных целей:

– Прием обращений. Осуществляется автоматический сбор запросов из социальных сетей, электронной почты и мессенджеров с их централизованным хранением в базе данных системы.

– Структуризация обращений. Запросы классифицируются по статусам: открыто, в работе, решено. Одновременно назначаются ответственные линии поддержки, закрепленные за каждым обращением, что обеспечивает структурированное распределение задач.

– Маршрутизация запросов. Выполняется автоматическое распределение обращений между сотрудниками первой и второй линий поддержки в зависимости от сложности и типа проблемы.

– Автоматизация передачи задач. Формируются технические задания на основе сложных обращений с последующей передачей в систему для дальнейшей обработки специалистами по разработке.

– Автоматизация ответов. Система предоставляет возможность применения заготовленных шаблонов ответов. Функционал позволяет операторам обрабатывать запросы без необходимости создания текста вручную, что ускоряет процесс реагирования, снижает нагрузку на сотрудников.

– Управление пользователями. Система обеспечивает упрощенное добавление учетных записей пользователей, управление их ролями, правами доступа. Настройка параметров осуществляется через централизованный интерфейс, что оптимизирует администрирование, минимизирует временные затраты на управление персоналом.

– Просмотр информации о пользователе в диалоге. Система позволяет отображать данные о пользователе непосредственно в окне диалога: электронную почту, дату отправки последнего сообщение, идентификатор (ID), статус обращения; данная функция обеспечивает оперативный доступ к ключевым сведениям, упрощает взаимодействие операторов с клиентами, повышает эффективность обработки запросов.

– Отображение действий с запросами в чате. Система фиксирует действия, связанные с запросами, отображая их в диалоге чата: изменение статуса, назначение ответственных, добавление комментариев; данная функция обеспечивает прозрачность операций, упрощает контроль за процессом обработки, способствует координации работы сотрудников службы поддержки.

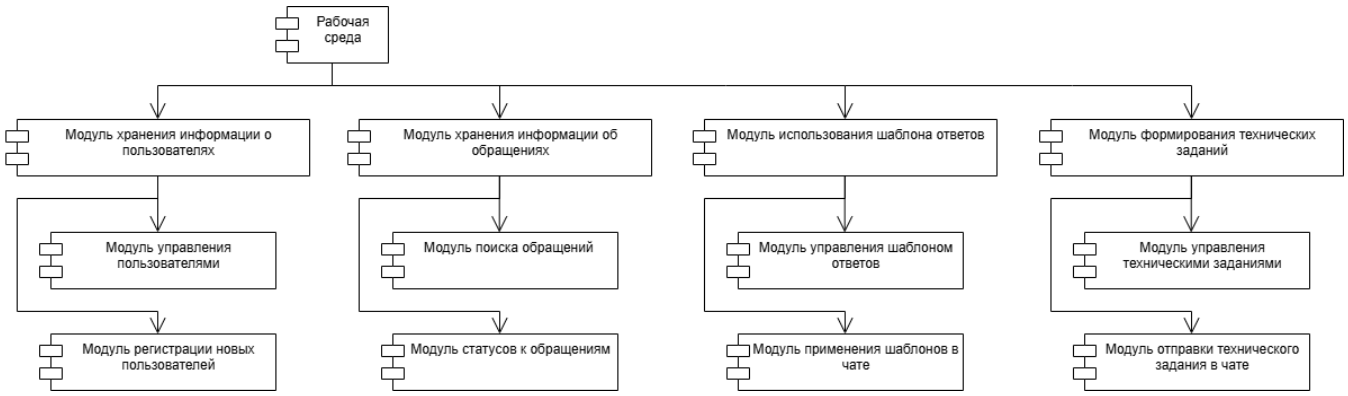


Рис. 3 – Диаграмма компонентов

Необходимость создания системы обусловлена ростом объемов пользовательских запросов, увеличением требований к скорости и качеству работы службы поддержки, а также потребностью в интеграции различных каналов коммуникации в единую платформу. Система решает такие задачи, как перегрузка операторов, сложность классификации обращений и отсутствие эффективных механизмов эскалации сложных задач. Благодаря маршрутизации, система повышает эффективность работы службы поддержки, снижает вероятность ошибок и обеспечивает высокий уровень клиентского сервиса.

Система представляет собой многоуровневую платформу с двумя линиями обработки обращений: первая линия классифицирует запросы и решает простые задачи, вторая — обрабатывает технически сложные проблемы и взаимодействует с разработчиками. Автоматизированная маршрутизация и структуризация заявок исключают дублирование информации и снижают нагрузку на операторов. В отличие от традиционных CRM-систем, ориентированных на фиксацию запросов, данная разработка обеспечивает полноценное управление обращениями, автоматизацию передачи данных и организацию работы в едином интерфейсе.

Практическая ценность системы заключается в ее универсальности и применимости в IT-компаниях, коммерческих проектах и корпоративных службах поддержки. Система адаптируется под различные бизнес-требования, масштабируется в зависимости от объема обращений и интегрируется с популярными платформами управления задачами. Внедрение системы позволяет ускорить обработку заявок, сократить затраты на поддержку и повысить качество обслуживания клиентов.

В итоге система является конкурентоспособным решением, сочетающим функциональность, гибкость и эффективность. Она оптимизирует процессы технической поддержки и создает основу для дальнейшего совершенствования работы с клиентами в условиях современных цифровых реалий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, А. Н. Программирование на C# для начинающих. Основные сведения. — Москва: Эксмо, 2018. — 586 с. — ISBN 978-5-04-092519-3.

2. Васильева, М. А., Филипченко, К. М., Балакина, Е. П. Информационное обеспечение систем управления. Проектирование базы данных с заданиями: учебник для вузов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 197 с. — ISBN 978-5-507-46530-9.

3. Мамедли, Р. Э. Базы данных. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 149 с. — ISBN 978-5-507-45920-9.

4. Казанский, А. А., Программирование на C#. — Москва: Юрайт, 2021. — 350 с. — ISBN 978-5-534-21381-2.

5. Бхаргава А. Грокаем алгоритмы: иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих / А. Бхаргава; пер. с англ. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2024. — 352 с. — ISBN 978-5-4461-4172-2.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПАРОВОГО КОТЛА OSKOL–ST

Гаршина Д.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Описание действующего уровня автоматизации.

Действующий уровень автоматизации парового котла включает в себя системы, которые обеспечивают эффективное управление, мониторинг и контроль за процессами, связанными с его эксплуатацией.

Основными составляющими элементами системы автоматизации котла являются: панель управления, шкаф автоматики, где реализованы алгоритмы автоматизации процессов управления котлом – включая запуск, остановку и регулировку работы.

Также система управления котлом имеет набор датчиков и исполнительных механизмов: датчик давления для паровых котлов с трехходовым краном; датчик расхода газа; датчик расхода воздуха; датчик расхода пара; манометр с отборным устройством; реле давления для паровых котлов; горелка (газовая); контроль уровня воды рабочий; фильтр [1,2].

Недостатки действующей системы

Для стабильной и безопасной работы парового котла необходимо строго соблюдать установленные нормы давления. Отклонения от этих норм как в сторону повышения, так и в сторону понижения чреваты серьёзными последствиями.

Превышение допустимого давления представляет непосредственную угрозу для жизни находящихся поблизости людей из–за возможного разрушения котла, разлетающихся осколков и выброса горячего пара или воды. При избыточном давлении должна немедленно сработать предохранительная арматура. Если этого не произошло или давление, несмотря на работу предохранительных клапанов, продолжает расти и превышает установленное значение на 10%, необходимо экстренно прекратить подачу пара и конденсата. Кроме того, повышенное давление ускоряет износ деталей котла, что приводит к более частым ремонтам.

Пониженное давление приводит к недостаточной выработке пара, что препятствует нормальному функционированию связанных с ним процессов. Ранняя конденсация пара из–за низкого давления приводит к потерям энергии и снижению общей эффективности системы. Кроме того, в некоторых котлах это может нарушить циркуляцию воды и пара, что негативно сказывается на работе.

Неконтролируемое смешивание газа с воздухом в котле представляет серьезную опасность. Это может привести к:

1. Образованию взрывоопасной смеси, которая при попадании в зону воспламенения может взорваться.
2. Увеличению выбросов вредных веществ (углекислого газа, угарного газа) из–за неполного сгорания топлива.
3. Повреждению оборудования, если котел не рассчитан на работу с данным типом газовой смеси.

Отдельной проблемой являются гидроудары, возникающие из–за резких скачков давления, вызванных быстрым закрытием клапанов или повреждением трубопроводов.

Регулирование давления — сложный процесс, требующий квалификации. Ошибки в настройках системы управления давлением могут привести к аварийным ситуациям. Важно помнить, что системы управления давлением зависят от корректной работы датчиков, а их неисправности или неточности могут привести к неправильному регулированию. Кроме того, на работу котла могут влиять внешние факторы, такие как изменение температуры окружающей среды или состава топлива, что вызывает колебания давления и ухудшает его работу.

Разработка системы регулирования

В разрабатываемой системе управления котлом можно выделить 3 контура регулирования: контур регулирования давления, контур регулирования расхода газа, контур регулирования расхода воздуха на горелку. Исполнительным механизмом является механизм МЭО, трехпозиционное реле. Исходя из расхода газа, рассчитывается задание по воздуху. После проведения анализа воздуха на производстве было принято решение о необходимом соотношении газ/воздух равным 1:12. Контур по расходу воздуха на горелки содержит ПИ–регулятор. ПИ регулятор на основе рассогласования формирует управляющий сигнал. Управляющий сигнал проходит через ограничитель и попадает на преобразователь частоты. После чего происходит изменение оборотов вентилятора путем изменения частоты питающего напряжения. Контур регулирования давления содержит ПИ–регулятор. В ПИ–регулятор поступает рассогласование. Функциональная схема данных контуров представлена на рисунке

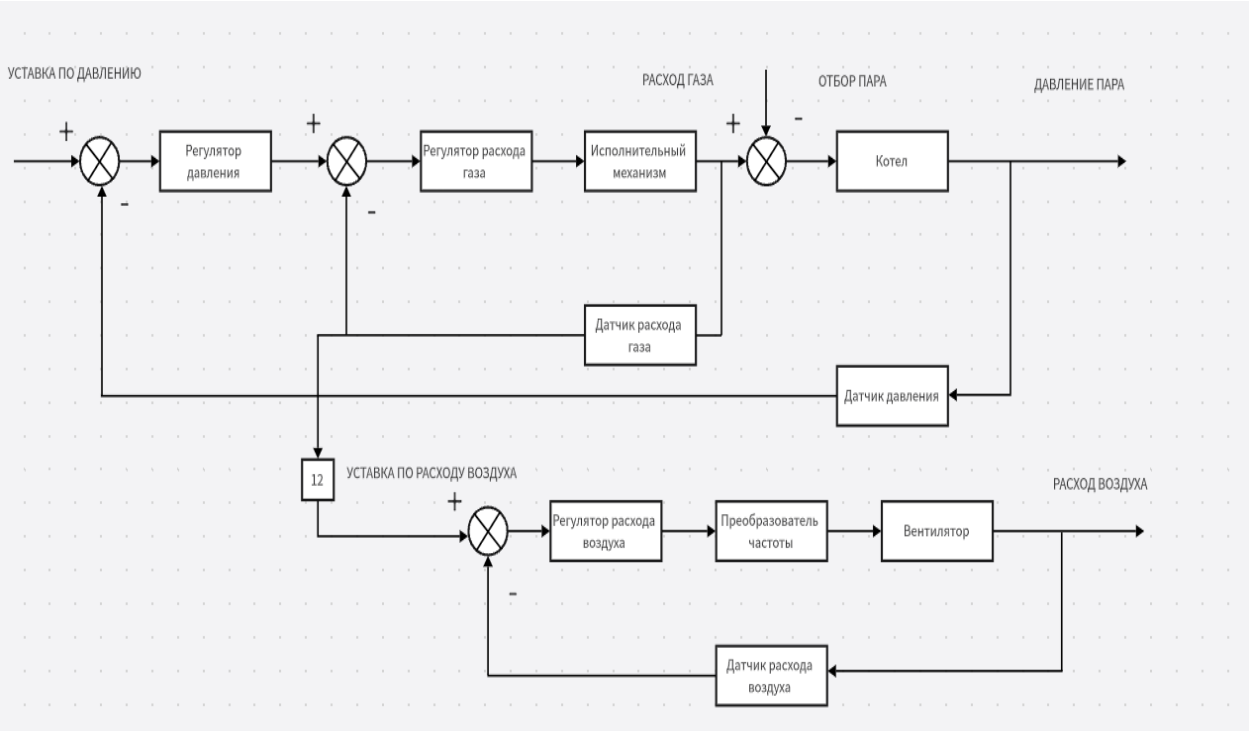


Рис. 1 – Функциональная схема

Было проведено моделирование системы на рисунке 1 и получен график изменения давления, который изображен на рисунке 2. Система вышла на уставку примерно на 50 минуте. Далее на систему подействовало неуправляемое возмущение. Система отработала уставку и возмущение и вернулась на заданный уровень давления.

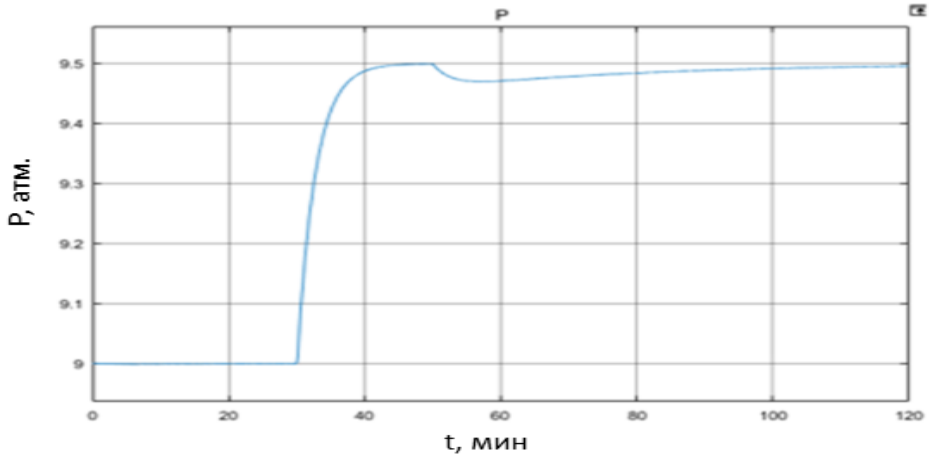


Рис. 2 – График изменения давления

Перспектива внедрения автоматизации

Результаты данной работы представляют большой интерес с точки зрения внедрения автоматизации в управление паровыми котлами. Автоматизация не просто улучшает текущие процессы, но и открывает новые возможности для оптимизации, повышения безопасности и снижения затрат. Основные перспективы: оптимизация процессов горения, управление нагрузкой, минимизация потерь тепла, прогнозирование потребности в обслуживании. Также автоматизация обеспечивает безопасность: автоматическое отключение в аварийных ситуациях, раннее обнаружение проблем, удаленное управление и мониторинг, сигнализация и оповещения.

Преимущества автоматизации:

- Снижение расхода топлива (20%)
- Увеличение срока службы оборудования
- Соответствие экологическим нормам
- Сокращение аварийных ситуаций
- Уменьшение зависимости от операций

Предполагается, что автоматизация паровых котлов повысит качество предоставляемых услуг:

- повысится надежность и бесперебойность (стабильное давление и температура пара, снижение аварийных остановок, автоматический переход на резервные системы). В результате потребители получат стабильный пар без перебоев.
- Улучшиться точность и адаптивность (динамическое регулирование под нагрузку, поддержание заданных параметров с минимальными отклонениями). В результате предприятия получат пар нужного качества без ручных корректировок.
- Снизятся эксплуатационные затраты (экономия топлива (до 20%), уменьшение затрат на ремонты, сокращение штата операторов). В результате снизится себестоимость услуг. Будет возможность уменьшения тарифов или фонды для инвестиции в модернизацию.
- Соответствие экологическим стандартам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюев А. С. Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов / А. С. Клюев, А. Г. Лебедев, С. И. Новиков. Москва : Энергоатомиздат, 1985. 280 с..
2. Плетнев Г. П. Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок электрических станций / Г. П. Плетнев. Москва Энергоиздат, 1981.368 с.

О ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НАХОЖДЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПЕЧАХ НАГРЕВА СПЦ–1 АО «ОЭМК ИМ. А. А. УГАРОВА»

Гмыря Э. Э., магистрант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Фомин А. В.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение

В металлургическом производстве более 20% потребляемого топлива расходуется на нагрев металла перед прокаткой. Эффективная работа нагревательных печей для нагрева металла во многом определяет качество продукции и себестоимость проката.

За последнее десятилетие наметился существенный разрыв в энергоемкости производства проката в России по сравнению с другими странами [1–6]. В первую очередь это вызвано значительным удорожанием энергоносителей и ужесточением требований по защите окружающей среды от загрязнения. Существующие режимы нагрева металла, с широкими диапазонами температурных уставок, выбор которых, в рамках диапазона, осуществляет оператор исходя из опыта, оказываются неоптимальными в современных условиях развития средств математического моделирования.

Описание объекта

Нагрев непрерывно литых заготовок под прокатку производится в трех методических печах с шагающими балками. Печи в СПЦ–1 служат для нагрева заготовок с последующей обработкой давлением. Требуемое для горения тепло производится с помощью газовых горелок, в которых сжигают смесь природного газа и воздуха. По видам и мощности горелок печь разделена на три участка зон: подогрева (методическая), нагрева (сварочная) и выравнивания (томильная). Каждый обозначенный участок печи имеет верхнюю и нижнюю зоны. Схема распределения зон печи нагрева и расположения горелок по зонам приведена на рисунке 1.

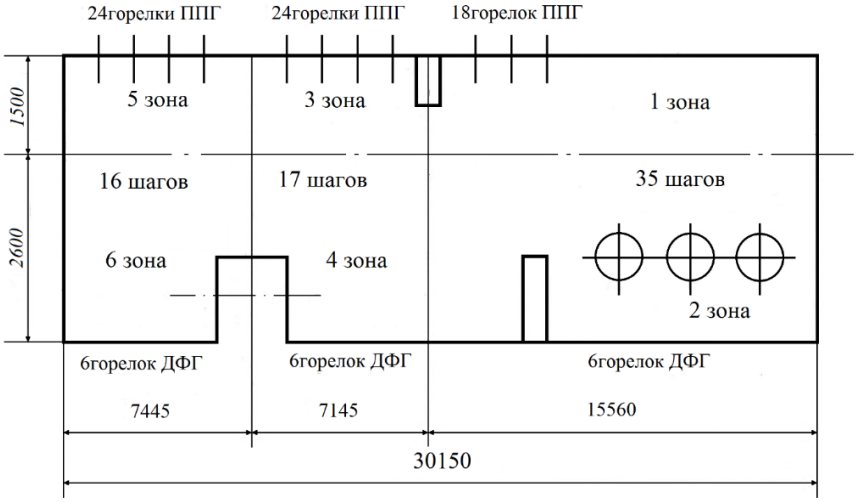


Рис. 4 – Схема распределения зон печи нагрева

Рабочее пространство снизу ограничено подом, на котором располагаются нагреваемые заготовки, с боков – стенками печи, на которые опирается свод, замыкающий верхнюю часть рабочего пространства.

В стенках печи имеются окна для загрузки холодных и выгрузки нагретых заготовок. Посад металла для нагрева под прокатку производят последовательно в три печи. Допускается производить посад в две или одну печь.

Схема загрузки заготовок в печь нагрева приведена на рисунке 2.

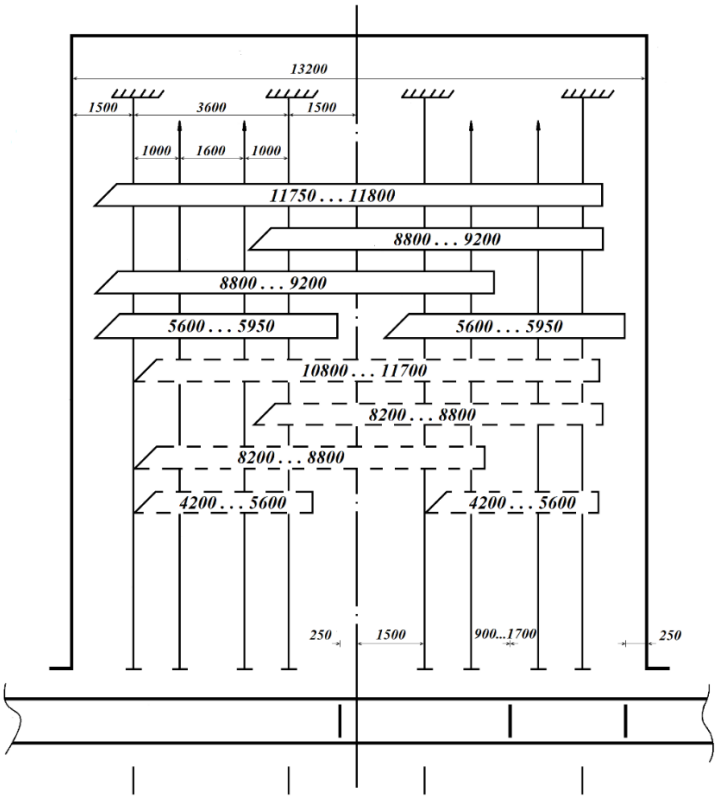


Рис. 5 – Схема загрузки заготовок в печи нагрева

Непрерывно литые заготовки подают на загрузочный рольганг печей заклейменным концом вперед. Посад заготовок в печи производят операторы постов управления ПУ–5 и ПУ–7 с помощью телекамеры, которая необходима для идентификации заготовок по номеру плавки. В случае разделения плавок по ручьям идентифицируют также номер ручья.

Позиционирование заготовок перед загрузкой в печи нагрева длиной от 5600 до 5950 мм, от 8800 до 9200 мм и от 11750 до 11800 мм осуществляется в автоматическом режиме на упоры.

Позиционирование заготовок перед загрузкой в печи нагрева длиной от 4200 до 5600 мм, от 8200 до 8800 мм и от 10800 до 11700 мм осуществляется в ручном режиме. Запрещается производить посад металла с указанным порезом под запланированные простои и загружать заготовку длинна которой менее 4200 мм и более 11900 мм. В случае обнаружения операторами ПУ–5 и ПУ–7 таких заготовок, они возвращаются на склад литых заготовок.

Непрерывно литые заготовки разных плавок в печах отделяются друг от друга промежутками (разделами) в один «шаг». Если при посаде коротких (менее 6 м) заготовок в последнем ряду плавки находится одна заготовка, то раздел допускается не делать.

В печи с помощью электромеханической системы подъемно–шагающего пода материал перемещается до позиции выгрузки. Оттуда нагретые заготовки с помощью устройства выгрузки вынимаются из печи и подаются на прокатный стан. Позиция загрузки зависит от выбранной длины шага пода, а позиция выгрузки не изменяется.

Выдача нагретых металлических заготовок из печей и подача их на стан производится в режиме производительности стана, которая сильно разниться от катаемого профиля (размера). Крупные профиля катаются в среднем 1 заготовка в минуту, а средний профиль 1 раз в 2 – 3 минуты. Вместе с этим стоит учесть и время перевалки для прокатки разных профилей, которая в среднем происходит за 20 минут.

Решение поставленной задачи

В предыдущих работах было выполнено только прогнозирование выхода заготовки из печи в целом и из каждой зоны в отдельности, но на нагрев метала очень сильно влияют два параметра – это сколько металл провел в зоне и при какой температуре. Поэтому были разработаны дополнения к уже имеющимся программным решениям, которые позволяют

математической модели нагрева прогнозировать температуру заготовки на выходе из печи гораздо точнее, чем было раньше.

```
// Расчет времени нахождения заготовки в зонах ------------------------------------------------------------------------------------------
FOR i := 0 TO 67 DO       // проходим от 1 до 65 места

    IF i = 36 THEN        // ЕСЛИ заготовка перешла на 37 позицию (т.е. в зону 3-4), то ...

        c := 36;          // Записываем текущую позицию
        h := 18; m := 20; // Записываем адреса для переменных ЧАС и МИНУТА
        z := 56; t := 48; // Записываем адреса для DATE_AND_TIME в зоне 1-2 и "загрузка заготовки в печь" соответственно

    ELSIF i = 52 THEN     // ИНАЧЕ ЕСЛИ заготовка перешла на позицию 53 (т.е. в зону 5-6), то ...

        c := 52;          // Записываем текущую позицию
        h := 22; m := 24; // Записываем адреса для переменных ЧАС и МИНУТА
        z := 64; t := 56; // Записываем адреса для DATE_AND_TIME в зоне 3-4 и 1-2 соответственно

    ELSIF i = 67 THEN     // ИНАЧЕ ЕСЛИ заготовка перешла на последнюю позицию (т.е. на место 68), то ...

        c := 67;          // Записываем текущую позицию
        h := 26; m := 28; // Записываем адреса для переменных ЧАС и МИНУТА
        z := 72; t := 64; // Записываем адреса для DATE_AND_TIME в зоне 5-6 и 3-4 соответственно

    END_IF;

    IF (DBprgvrm.DW[i * 80] <> 0) AND (i = c) THEN   // ЕСЛИ заготовка в печи и на нужном месте, то ...

        errDT := READ_CLK(CDT := DATnew);            // Читаем текущую дату и время с помощью SFC1 (OUT: DATE_AND_TIME, Error: INT)

        FOR b := 0 TO 5 DO                           // Проходим по 5-ти байтам переменной DATE_AND_TIME

            CASE b OF                                // Читаем значение байта и ...

                0: DATime := DTnew.Year;             // Если байт РАВЕН 0, то временной переменной присваиваем ГОД
                1: DATime := DTnew.Month;            // Если байт РАВЕН 1, то временной переменной присваиваем МЕСЯЦ
                2: DATime := DTnew.Day;              // Если байт РАВЕН 2, то временной переменной присваиваем ДЕНЬ
                3: DATime := DTnew.Hour;             // Если байт РАВЕН 3, то временной переменной присваиваем ЧАС
                4: DATime := DTnew.Minute;           // Если байт РАВЕН 4, то временной переменной присваиваем МИНУТУ
                5: DATime := DTnew.Second;           // Если байт РАВЕН 5, то временной переменной присваиваем СЕКУНДУ

            END_CASE;

            DBprgvrm.DB[(i * 80) + z + b] := DATime; // Записываем дату и время выхода заготовки из зоны
            DATime := DBprgvrm.DB[(i * 80) + t + b]; // Временной переменной присваиваем значение байта старой даты и времени

            CASE b OF                                // Читаем значение байта и ...

                0: DTold.Year := DATime;             // Если байт РАВЕН 0, то переменной ГОД присваиваем значение временной переменной
                1: DTold.Month := DATime;            // Если байт РАВЕН 1, то переменной МЕСЯЦ присваиваем значение временной переменной
                2: DTold.Day := DATime;              // Если байт РАВЕН 2, то переменной ДЕНЬ присваиваем значение временной переменной
                3: DTold.Hour := DATime;             // Если байт РАВЕН 3, то переменной ЧАС присваиваем значение временной переменной
                4: DTold.Minute := DATime;           // Если байт РАВЕН 4, то переменной МИНУТА присваиваем значение временной переменной
                5: DTold.Second := DATime;           // Если байт РАВЕН 5, то переменной СЕКУНДА присваиваем значение временной переменной

            END_CASE;

        END_FOR;

        OUTime := SB_DT_DT(DT1 := DATnew, DT2 := DATold);                          // Находим разницу времени в миллисекундах с по

        IF i = 67 THEN                                                             // ЕСЛИ заготовка на последнем месте (т.е. на 6

            OUTime := OUTime + ENDimen;                                            // Временной переменной присваиваем СУММУ рассч

        END_IF;

        DBprgvrm.DW[(i * 80) + h] := DINT_TO_WORD(TIME_TO_DINT(OUTime) DIV 3600000);       // Записываем ЧАС
        DBprgvrm.DW[(i * 80) + m] := DINT_TO_WORD((TIME_TO_DINT(OUTime) DIV 60000) MOD 60); // Записываем МИНУТУ

    END_IF;
```

Рис. 6 – Расчет времени нахождения металла в зоне

Алгоритм вычисления времени нахождения металла в зоне работает по принципу фиксации времени входа или выхода заготовки. При выходе заготовки из одной зоны и входе в другую зону происходит фиксация времени и запись в блок данных. От фиксированного времени из блока данных отнимается время входа заготовки в предыдущую зону и полученный результат записывается в блок данных как время нахождения металлической заготовки в зоне печи нагрева.

```
// Расчет температуры в зонах ----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
FOR i := 0 TO 67 DO                             // Проходим от 1 до 68 места

    IF i < 36 THEN                              // ЕСЛИ заготовка находится в зоне 1-2, то ...

        ADRmax := 30; ADRavg := 32; ADRmin := 34; // Записываем адреса для переменных MAX, AVG, MIN
        h := 0; m := 2;                         // Записываем адреса для температур в зоне 1 и 2 соответственно

    ELSIF (i >= 36) AND (i < 52) THEN           // ИНАЧЕ ЕСЛИ заготовка находится в зоне 3-4, то ...

        ADRmax := 36; ADRavg := 38; ADRmin := 40; // Записываем адреса для переменных MAX, AVG, MIN
        h := 4; m := 6;                         // Записываем адреса для температур в зоне 3 и 4 соответственно

    ELSIF (i >= 52) AND (i <= 67) THEN          // ИНАЧЕ ЕСЛИ заготовка находится в зоне 5-6, то ...

        ADRmax := 42; ADRavg := 44; ADRmin := 46; // Записываем адреса для переменных MAX, AVG, MIN
        h := 8; m := 10;                        // Записываем адреса для температур в зоне 5 и 6 соответственно

    END_IF;

    IF DBprgvrm.DW[i * 80] <> 0 THEN                                                    // ЕСЛИ на позиции есть заготовка, то ...

        Tmax := WORD_TO_INT(DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmax]);                            // Временной переменной присваиваем максимальное значение температуры
        Tmin := WORD_TO_INT(DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmin]);                            // Временной переменной присваиваем минимальное значение температуры

        IF WORD_TO_INT(DB37.DW[Temp + h]) >= WORD_TO_INT(DB37.DW[Temp + m]) THEN        // ЕСЛИ температура 1 БОЛЬШЕ ИЛИ РАВНА температуре 2, то ...

            DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmax] := DB37.DW[Temp + h];                        // Записываем значение температуры 1 как максимальное
            DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmin] := DB37.DW[Temp + m];                        // Записываем значение температуры 2 как минимальное

        ELSE                                                                            // ИНАЧЕ ...

            DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmax] := DB37.DW[Temp + m];                        // Записываем значение температуры 2 как максимальное
            DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmin] := DB37.DW[Temp + h];                        // Записываем значение температуры 1 как минимальное

        END_IF;

        Tgen := WORD_TO_INT(DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmax]) + WORD_TO_INT(DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRmin]); // Временной переменной присваиваем ОБЩЕЕ значение температуры в зонах
        DBprgvrm.DW[(i * 80) + ADRavg] := INT_TO_WORD(REAL_TO_INT((Tmax + Tmin + Tgen) / 4));           // Записываем среднее значение температуре в зонах

    END_IF;

END_FOR;
```

Рис. 7 – Расчет температуры в зонах

Алгоритм вычисления показателей температуры в печи нагрева работает следующим образом:

1. Во временные переменные запоминаются предыдущие максимальные и минимальные показатели температуры в печи нагрева;
2. Считываются и записываются во временные переменные текущие показатели температуры с датчиков;
3. Определяются максимальные и минимальные показатели температуры для каждой заготовки в печи;
4. По текущим и предыдущим показателям определяется среднее значение температуры в печи нагрева.

Заключение

В результате удалось получить заполненные блоки данных для каждой печи нагрева. Решение поставленной задачи позволяет подготовить и предобработать данные необходимые для функционирования разрабатываемой системы математического прогноза температуры заготовки на выходе из печи. Таким образом, оптимизация процессов нагрева не только сэкономит энергоресурсы, но и повысит общую эффективность производственной системы.

Результат работы алгоритма, например, для многозонной печи нагрева №1 изображен на рисунке 5.

Address	Name	Type	Initial value	Actual value	Comment
0.0	Mesto[68].Profil	INT	0	1108	Профиль заготовки
2.0	Mesto[68].OUTime_hour	INT	0	0	Прогноз времени выхода заготовки: час
4.0	Mesto[68].OUTime_min	INT	0	27	Прогноз времени выхода заготовки: минута
6.0	Mesto[68].OUTime_z12_hour	INT	0	0	Прогноз времени выхода заготовки из зоны 1-2: час
8.0	Mesto[68].OUTime_z12_min	INT	0	1	Прогноз времени выхода заготовки из зоны 1-2: минута
10.0	Mesto[68].OUTime_z34_hour	INT	0	0	Прогноз времени выхода заготовки из зоны 3-4: час
12.0	Mesto[68].OUTime_z34_min	INT	0	1	Прогноз времени выхода заготовки из зоны 3-4: минута
14.0	Mesto[68].OUTime_z56_hour	INT	0	0	Прогноз времени выхода заготовки из зоны 5-6: час
16.0	Mesto[68].OUTime_z56_min	INT	0	27	Прогноз времени выхода заготовки из зоны 5-6: минута
18.0	Mesto[68].Time_z12_hour	INT	0	1	Время пребывания заготовки в зоне 1-2: час
20.0	Mesto[68].Time_z12_min	INT	0	15	Время пребывания заготовки в зоне 1-2: минута
22.0	Mesto[68].Time_z34_hour	INT	0	0	Время пребывания заготовки в зоне 3-4: час
24.0	Mesto[68].Time_z34_min	INT	0	37	Время пребывания заготовки в зоне 3-4: минута
26.0	Mesto[68].Time_z56_hour	INT	0	0	Время пребывания заготовки в зоне 5-6: час
28.0	Mesto[68].Time_z56_min	INT	0	23	Время пребывания заготовки в зоне 5-6: минута
30.0	Mesto[68].T_z12_max	INT	0	990	Максимальная температура в зоне 1-2
32.0	Mesto[68].T_z12_avg	INT	0	989	Средняя температура в зоне 1-2
34.0	Mesto[68].T_z12_min	INT	0	989	Минимальная температура в зоне 1-2
36.0	Mesto[68].T_z34_max	INT	0	1199	Максимальная температура в зоне 3-4
38.0	Mesto[68].T_z34_avg	INT	0	1196	Средняя температура в зоне 3-4
40.0	Mesto[68].T_z34_min	INT	0	1194	Минимальная температура в зоне 3-4
42.0	Mesto[68].T_z56_max	INT	0	1182	Максимальная температура в зоне 5-6
44.0	Mesto[68].T_z56_avg	INT	0	1182	Средняя температура в зоне 5-6
46.0	Mesto[68].T_z56_min	INT	0	1182	Минимальная температура в зоне 5-6
48.0	Mesto[68].IN_Time	DATE_AND_TIME	DT#90-1-1-0:0:0.000	DT#24-11-1-8:58:19.630	Дата и время загрузки заготовки
56.0	Mesto[68].OUT_Time_z12	DATE_AND_TIME	DT#90-1-1-0:0:0.000	DT#24-11-1-10:13:27.920	Дата и время выгрузки заготовки из зоны 1-2
64.0	Mesto[68].OUT_Time_z34	DATE_AND_TIME	DT#90-1-1-0:0:0.000	DT#24-11-1-10:50:31.540	Дата и время выгрузки заготовки из зоны 3-4
72.0	Mesto[68].OUT_Time_z56	DATE_AND_TIME	DT#90-1-1-0:0:0.000	DT#24-11-1-11:13:18.725	Дата и время выгрузки заготовки из зоны 5-6

Рис. 8 – Результат работы алгоритма

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спивак Э. И., Аносов В. И., Гусовский В. Л. и др. Расход топлива перед прокаткой на широкополосных станах. НТИ. Черная металлургия. –1993. вып. 6. –С.3–12.
2. Теория автоматического управления / Под ред. Нетушила А. В. Учебник для ВУЗов. Изд. 2–е, доп. И перераб. М.: Высшая школа, 1976 г.
3. Ястребенецкий М. А., Иванова Г. М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1989–264с.
4. Жуков П. И., Глущенко А. И., Фомин А. В. Сравнение модели конечных разностей и машинного обучения для задачи прогнозирования температуры заготовки, нагреваемой в проходной печи // Управление большими системами. Выпуск 95. М.: ИПУ РАН, 2022. С.79–100.
5. Жуков П. И, Фомин А. В. и Глущенко А. И. Модель прогнозирования температуры литой заготовки на основе ретроспективы ее нагрева с использованием структуры «случайного леса», *Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии*, вып. 4, нет. 18, стр. 11–27, 2020.
6. Андреев С. М., Прозоров В. В. Оптимизация управления нагревом металла. Информационные и кибернетические системы управления и их элементы: Тезисы доклада. Всероссийская молодежная научно–техническая конференция. –Уфа, 1997. –С.247.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА КРЕДИТНОГО БРОКЕРИДЖА, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЕНИ ПО ЗАДОЛЖЕННОСТИ

Голузинец А.Р., студент
Научный руководитель – преподаватель высшей категории **Семенов А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

С учетом постоянного роста требований к эффективности и точности расчетов, а также увеличения числа нормативных актов в области кредитования, становится необходимым разработать инструмент, который облегчит работу специалистов отдела кредитного брокериджа.

Цель данной курсовой работы заключается в создании настольного приложения для автоматизации процессов расчета пени по задолженности в отделе кредитного брокериджа.

Задачи, поставленные для выполнения в ходе проектной работы:

– спроектировать программный продукт на основе анализа предметной области и исходных данных;
– разработать UML-диаграммы и ER-диаграмму базы данных;
– реализовать информационную безопасность разрабатываемой системы;
– разработать обучающую документацию для пользователей разрабатываемой системы.

Система должна состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом учетной записи.

Общее назначение разрабатываемых модулей:

– просмотр списка объектов;
– добавление/удаление/редактирование данных об объектах;
– управление списками возможных объектов.

Объектом исследования является процесс управления задолженностью в отделе кредитного брокериджа. Предметом исследования выступают методы и инструменты автоматизации бизнес-процессов в рамках рассматриваемой предметной области, а также создание программного обеспечения для их поддержки.

Теоретическая значимость работы заключается в детальном анализе существующего уровня автоматизации процессов в области кредитного брокериджа, а также в изучении инструментов для реализации поставленной задачи по разработке информационной системы, предназначенной для вычисления пени по задолженности.

Практическая значимость проекта заключается в использовании информационной системы сотрудниками компаний, занимающихся кредитным брокериджем, что позволит ускорить процессы расчета и повысить их точность.

Финансовые вопросы всегда занимали ключевые позиции в социальной сфере, поскольку грамотное управление кредитами и задолженностями важно как для отдельных граждан, так и для организаций. С развитием финансовых технологий и увеличением количества операций с кредитами, необходимость в автоматизации процессов управления задолженностью стала очевидной. Ранее процесс расчета пени по задолженности был трудоемким и требовал значительных усилий со стороны сотрудников, что нередко приводило к ошибкам.

С увеличением числа клиентов и объемов данных в области кредитного брокериджа появилась необходимость в создании специализированных систем, которые помогут эффективно управлять этими процессами. Введение автоматизации в расчет пени по задолженности позволит значительно повысить эффективность работы, снизить вероятность ошибок и упростить процесс работы с клиентами.

Данная исследовательская работа посвящена разработке информационной системы для автоматизации расчета пени по задолженности, что является актуальной задачей в свете современных требований к автоматизации процессов в сфере кредитного брокериджа.

Диаграмма вариантов использования – это графическое изображение возможных взаимодействий пользователя с системой. Диаграмма вариантов использования показывает различные варианты использования и различные типы пользователей, которые есть в системе, и часто будет сопровождаться диаграммами других типов[1].

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования.

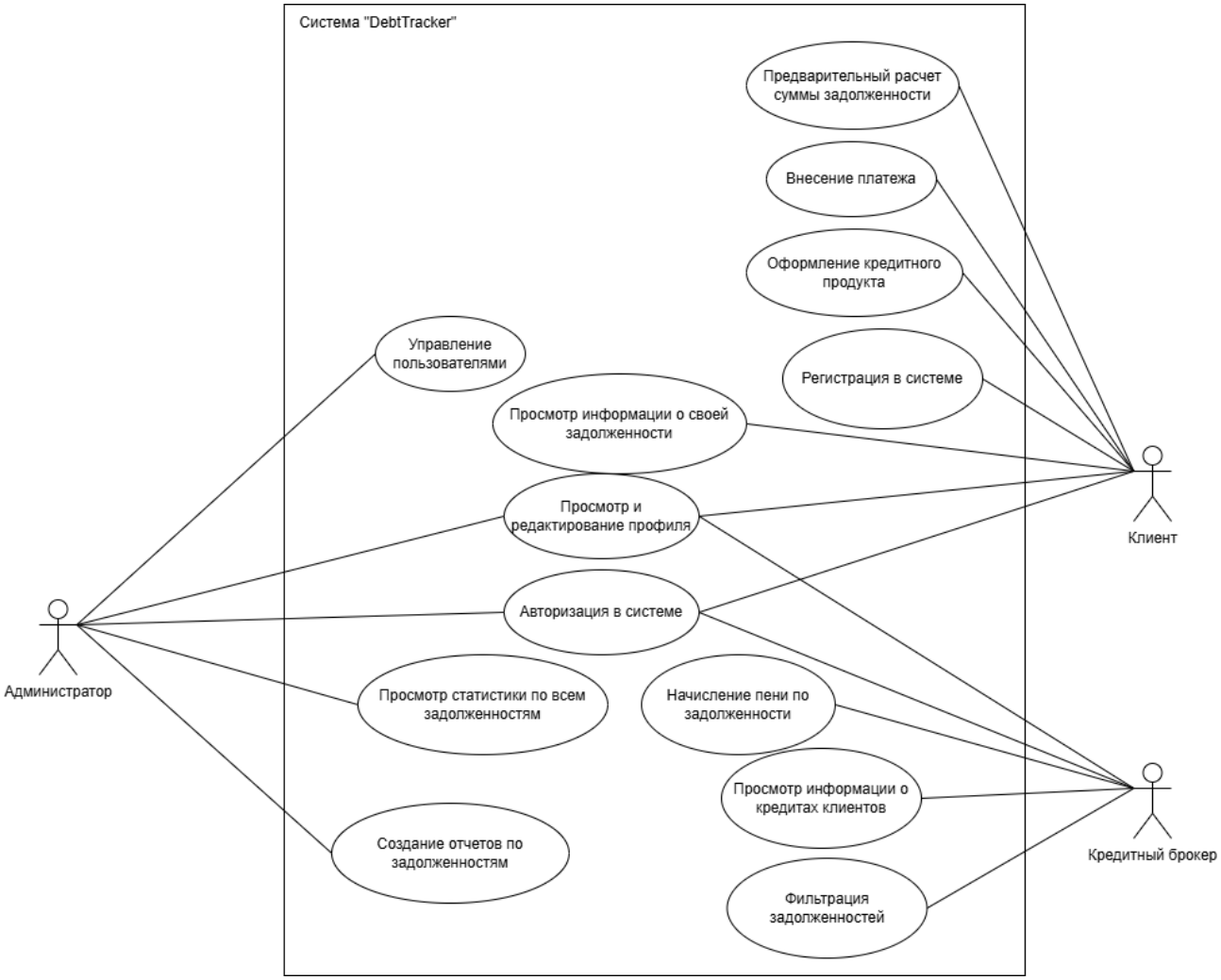


Рис. 1 – Диаграмма вариантов использования

Приложение было разработано в интегрированной среде разработке Visual Studio с использованием языка программирования C#.

Разрабатываемое приложение выполняется непосредственно на компьютере пользователя, а не через веб-браузер.

Ниже на рисунках представлены основные формы приложения.

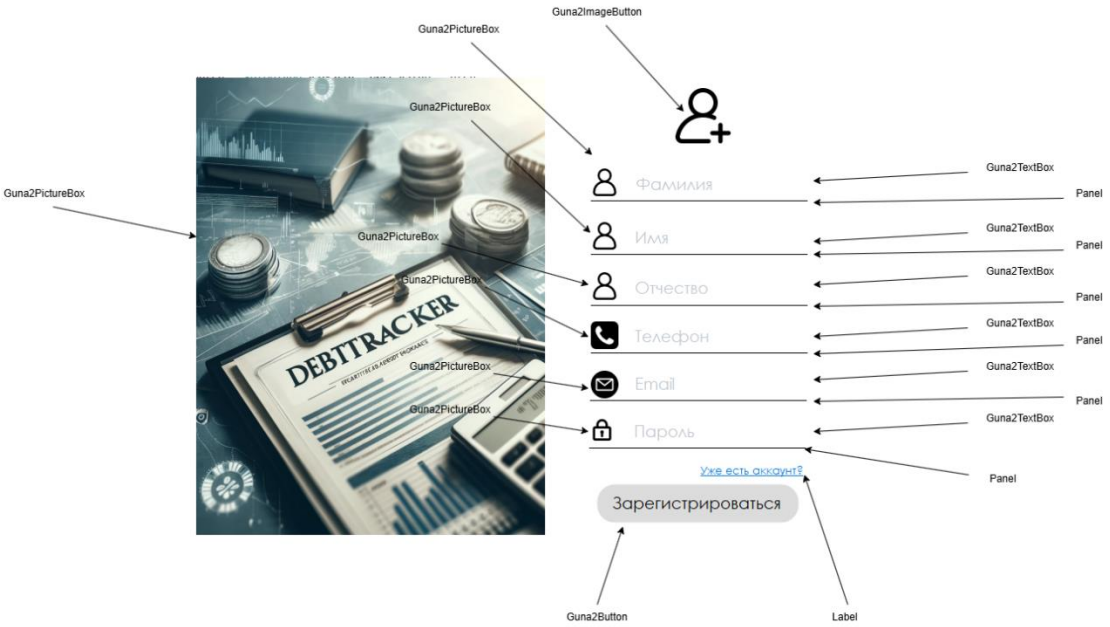


Рис. 2 – Форма регистрации

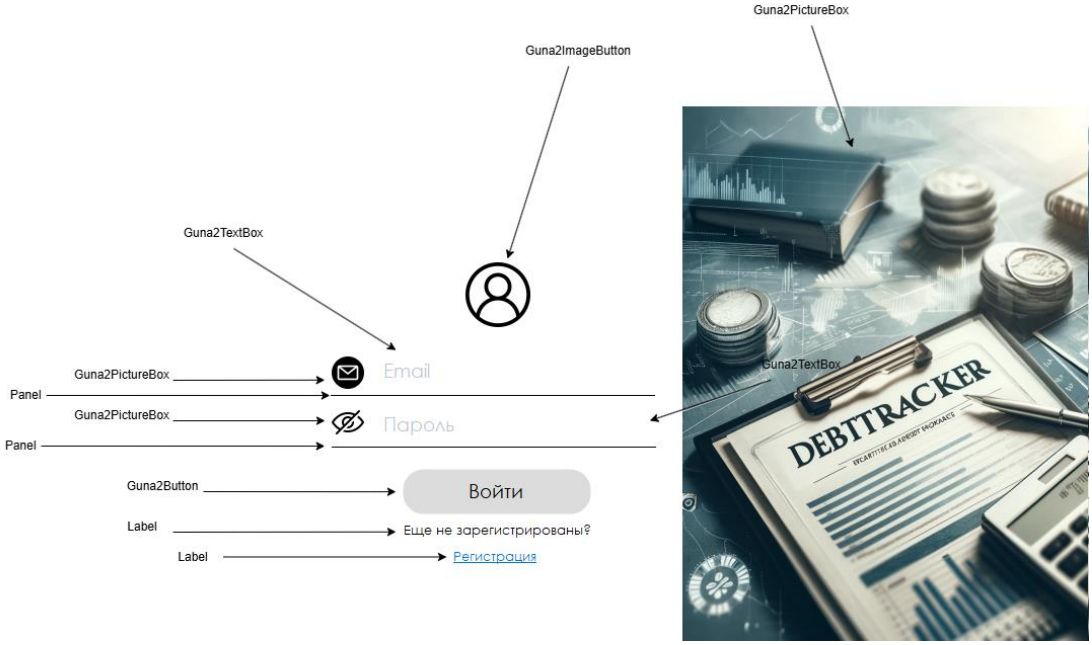


Рис. 3 – Форма авторизации

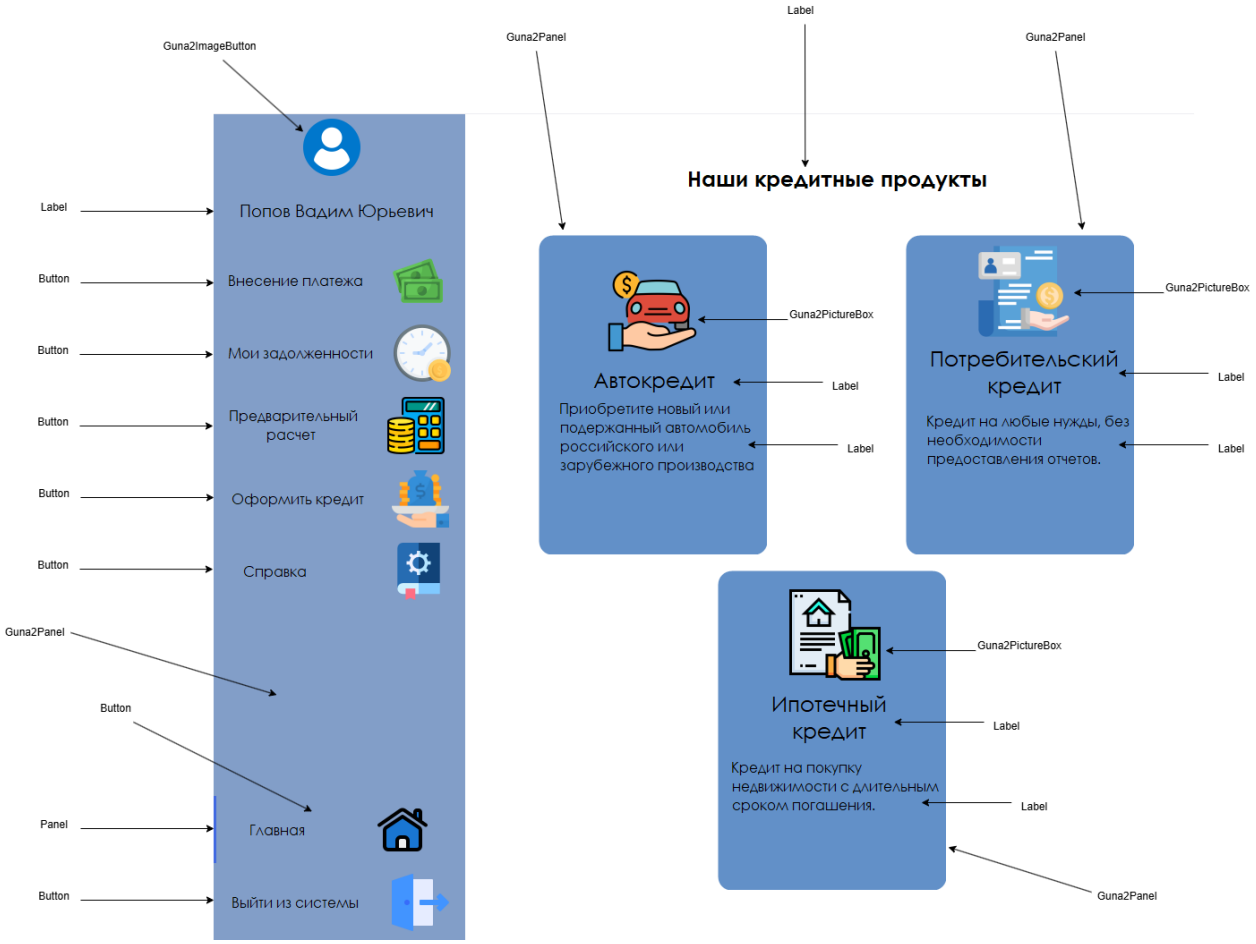


Рис. 4 – Главная форма

В целях информационной безопасности в проекте было проработано хеширование пароля. Хеширование – это преобразование информации с помощью особых математических формул, в результате которого возникает хеш (hash) – отображение данных в виде короткой строки, в идеале – уникальной для каждого набора информации[3].

Хеш – это не зашифрованная исходная информация, а скорее уникальная метка, которая генерируется для каждого набора данных индивидуально. Он состоит из цифр и латинских букв. Основное назначение хеширования – проверка информации. Эта задача важна в огромном количестве случаев: от проверки паролей на сайте до сложных вычислений в блокчейне.

SHA-256 (Secure Hash Algorithm 256-bit) – это криптографический алгоритм хеширования, который является частью семейства SHA-2. Основная задача SHA-256 – создание уникального цифрового отпечатка данных, который невозможно восстановить в обратном направлении[3].

На рисунке 5 представлен метод HashPassword, который позволяет создать уникальный цифровой отпечаток данных.

```
private string HashPassword(string password)
{
    using (SHA256 sha256 = SHA256.Create())
    {
        byte[] hashBytes = sha256.ComputeHash(Encoding.UTF8.GetBytes(password));
        StringBuilder builder = new StringBuilder();
        foreach (byte b in hashBytes)
        {
            builder.Append(b.ToString("x2"));
        }
        return builder.ToString();
    }
}
```

Рис. 5 – Класс для хэширования пароля

В результате выполнения работы было разработано готовое программное решение. Разработанная информационная система представляет собой значительный шаг вперед в автоматизации процессов кредитного брокериджа, существенно повышая эффективность и точность расчетов по пеням за задолженность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем : учебник / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 318 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0705-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1858934

2. Голицына, О. Л. Основы проектирования баз данных : учебное пособие / О.Л. Голицына, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 416 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-91134-655-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1190668

3. Хэширование: погружение в детали [электронный курс] https://gb.ru/blog/heshirovanie/

ПРИМЕНИЕ РЕГРЕСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧАХ НАГРЕВА МЕТАЛЛА

Гончаров Д.Е., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Фомин А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В статье рассматривается метод перекрёстного регулирования соотношения топлива и воздуха в металлургических нагревательных печах. Показано значение точного управления этим соотношением для повышения энергетической эффективности и улучшения качества нагрева металла. Описываются принципы работы системы перекрёстного регулирования, а также примеры промышленной реализации. В металлургической промышленности эффективное управление процессом горения в нагревательных печах играет ключевую роль. Печь должна обеспечивать необходимый температурный режим при минимальных энергетических затратах и соблюдении экологических требований. Одним из важнейших факторов является точное соотношение между газом и воздухом в зоне горения.

При переизбытке газа происходит неполное сгорание, что снижает КПД и увеличивает выбросы CO. При переизбытке воздуха температура горения снижается, а тепловые потери возрастают. Поэтому для стабильной и эффективной работы печи требуется динамическое и согласованное регулирование подачи газа и воздуха — это и обеспечивает перекрёстное регулирование.

Суть перекрёстного регулирования заключается в одновременном и взаимосвязанном управлении двумя потоками — воздухом и газом. Один поток (обычно воздух) выбирается в качестве ведущего, а второй (газ) — ведомого. Система построена таким образом, чтобы при изменении расхода ведущего потока соответствующим образом автоматически изменялся и расход ведомого.

Основные принципы:

- Использование расходомеров для измерения воздуха и газа;
- Использование регулирующих клапанов с электроприводами;
- Настройка ПИД–регуляторов для поддержания оптимального коэффициента избытка воздуха.

Современные печи оснащаются автоматизированными системами управления (АСУ ТП), включающими датчики, контроллеры, модули управления приводами. Программное обеспечение систем управления (например, Siemens Step 7) позволяет реализовать алгоритмы перекрёстного регулирования с учетом технологических ограничений.

Типовая архитектура:

- Расходомер воздуха (в роли ведущего сигнала);
- Вычислитель соотношения воздух/газ;
- Регулятор расхода газа (ведомый сигнал);
- Контроль содержания кислорода в дымовых газах (O_2–анализатор).

Преимущества перекрёстного регулирования:

- Энергоэффективность: снижение расхода топлива до 10–15% за счёт оптимального горения.
- Стабильность температуры: плавная регулировка без резких скачков и перегревов.
- Экология: сокращение выбросов CO и NOx.
- Надежность: меньше износ оборудования, выше срок службы горелок и арматуры.

Эти преимущества делают метод предпочтительным как для новых установок, так и для модернизации старых агрегатов.

Промышленные примеры:

- Топливная экономия до 18%;
- Снижение брака термической обработки до 25%;
- Повышение повторяемости режимов нагрева;
- Интеграция с цифровыми системами (MES/SCADA).

Интеграция перекрёстного регулирования с системами цифрового двойника и предиктивной аналитики — один из шагов к Индустрии 4.0

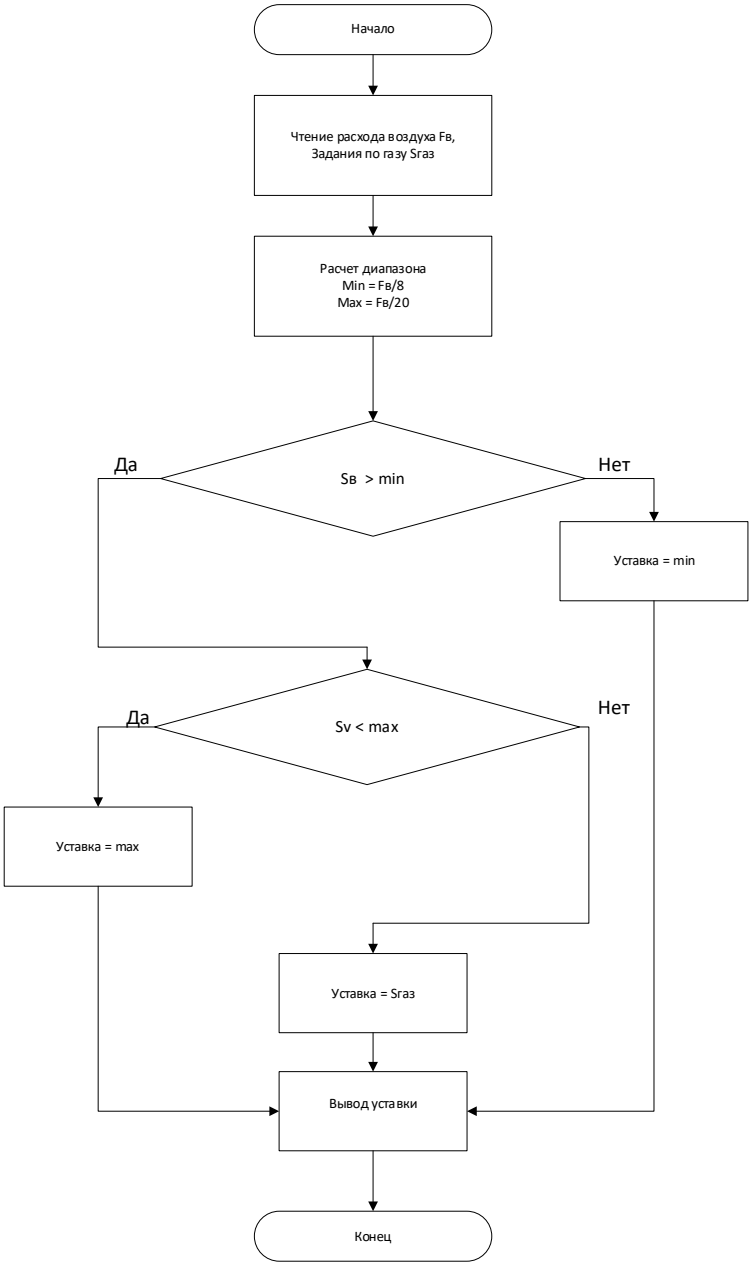


Рис. 1 – Алгоритм функционирования

В данной схеме представлен новый алгоритм перекрестного регулирования газа и воздуха в печи нагрева.(Рисунок 1)

Действия алгоритма происходят следующим образом**:**

- Получение данных о расходе воздуха и задания по газу;
- Расчет минимального и максимального диапазона;
- Далее происходит проверка принадлежности уставки к заданному диапазону
- Если уставка меньше минимума диапазона, то уставке приравнивается значение минимума

- Если уставка больше максимума, то уставке приравнивается значение максимума
- Если уставка подходит под диапазон, значение уставки остается прежним
- Вывод уставки;

Интеграция с цифровыми системами (MES/SCADA

Метод перекрёстного регулирования представляет собой эффективный подход к управлению процессами горения в металлургических печах. Он обеспечивает:

- Повышение КПД;
- Снижение выбросов;
- Повышение качества нагрева;
- Гибкость и адаптивность при изменении условий.

Внедрение таких систем оправдано не только с технологической, но и с экономической точки зрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков А.Б., Иванова А.А. Диагностика температурного состояния металла при его тепловой обработке в печах непрерывного действия // Металлург. 2018. № 4. С. 33–37.
2. Бирюков, А. Б. Методика прогнозирования теплотехнической эффективности использования рекуперативных горелок / А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиев, Я. С. Власов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 1. – С. 13–19.
3. Панферов, В. И. К решению задачи контроля температуры металла в АСУ ТП методических печей / В. И. Панферов, С. В. Панферов // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 63–75.
4. Фомин, А. В. Разработка метода непрерывно–дискретного инверсного управления контуром регулирования давления в пространстве нагревательной печи / А. В. Фомин // Металлург. – 2023. – № 11. – С. 118–123. – DOI 10.52351/00260827_2023_11_118. – EDN EFXYQM.
5. Фомин А. В., Глущенко А. И. Повышение качества управления нагревательными печами АО" ОЭМК" путем применения табличной адаптации параметров пи–регуляторов. Improving quality of control of heating furnaces of jsc" oemk" with use of tabular adaptation of parameters of pi controllers //Металлург. – 2019. – №. 3. – с. 37–42.
6. Фомин, А. В. Разработка функциональной схемы межконтурных взаимодействий в нагревательных печах на примере печей нагрева металла АО «ОЭМК им. А.А. Угарова» / А. В. Фомин // Автоматизация в промышленности. – 2024. – № 7. – С. 46–49. – DOI 10.25728/avtprom.2024.07.08. – EDN QTQENZ.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СФЕРЫ РЕМОНТА КОМПЬЮТЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЗАЯВОК ОТ КЛИЕНТОВ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ УНИФИЦИРОВАННОГО ЯЗЫКА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Горбачев М.И., студент
Научный руководитель — преподаватель **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

С развитием технологий и увеличением количества компьютерного оборудования возрастает потребность в эффективных решениях для его обслуживания и ремонта. В условиях высокой нагрузки на сервисные центры и IT-компании критически важна оптимизация процессов приема, распределения и контроля выполнения заявок на ремонт.

Автоматизированные системы управления заявками позволяют существенно упростить работу сервисных центров, обеспечивая прозрачность и контроль всех этапов ремонта. Такие решения помогают не только структурировать данные о неисправностях и статусе их устранения, но и улучшают взаимодействие между клиентами, техниками и администраторами.

FixNow – это информационная система, разработанная для автоматизации процесса обработки заявок на ремонт компьютерного оборудования. Ее основными функциями являются регистрация заявок, назначение техников, отслеживание статусов работ и анализ статистики выполненных ремонтов.

Объектом исследования является процесс автоматизации управления заявками на ремонт компьютерного оборудования, а предметом – программная система FixNow, реализующая данную автоматизацию.

Целью работы является создание эффективного программного продукта, позволяющего сервисным центрам повысить скорость и качество обработки заявок, улучшить взаимодействие с клиентами и оптимизировать управление рабочими процессами.

Результатом исследования станет готовая информационная система FixNow и пояснительная документация к ней.

Данное приложение предназначено для оптимизации процессов обработки заявок на ремонт компьютерного оборудования в сервисных центрах. Система будет обеспечивать обработку заявок от клиентов, назначение техников, отслеживание выполнения работ и анализ статистики.

Система автоматизированного учета заявок на ремонт компьютерного оборудования будет использоваться следующими категориями пользователей:

— Клиенты: Пользователи, подающие заявки на ремонт оборудования, которые могут отслеживать статус выполнения работ и получать уведомления о завершении.

— Техники: Специалисты, выполняющие ремонтные работы, которые будут использовать систему для получения информации о назначенных заявках и обновления статусов выполнения работ.

— Администраторы: Сотрудники, управляющие пользователями и заявками, которые будут использовать систему для мониторинга состояния заявок, распределения задач среди техников и анализа статистики выполнения работ.

— Технический персонал: Специалисты, отвечающие за техническую поддержку системы, которые будут обеспечивать ее стабильную работу и устранение возможных неисправностей.

— Разработка системы для автоматизированного учета заявок на ремонт компьютерного оборудования направлена на решение следующих задач:

— Учет заявок: Хранение и управление заявками на ремонт, включая описание проблемы, статус выполнения и назначение исполнителей.

— Распределение задач: Возможность назначать техников на выполнение заявок и отслеживать их работу.

— Контроль статуса выполнения работ: Отображение актуального статуса выполнения заявок для всех участников процесса.

— Анализ статистики: Инструменты для анализа эффективности работы сервисного центра, включая среднее время выполнения ремонта и доходность.

— Обмен информацией: Возможность обмена данными между клиентом и сервисным центром, включая уведомления и рекомендации.

— Интуитивно понятный интерфейс: Удобный и простой в использовании интерфейс для всех категорий пользователей.

— Безопасность данных: Защита личных данных клиентов и информацию о заявках в соответствии с требованиями конфиденциальности.

— Пользователями приложения будут:

— Клиенты, которые подают заявки на ремонт и отслеживают их выполнение.

— Техники, которые выполняют ремонт и обновляют статусы заявок.

— Администраторы, которые управляют заявками и анализируют статистику.

Постановка задач по разработке информационной системы

Для успешной разработки системы для обработки заявок на ремонт компьютерного оборудования необходимо четко сформулировать задачи, которые помогут организовать процесс разработки и достичь поставленных целей:

— Создать список функциональных и нефункциональных требований к системе.

— Разработать пользовательские истории для разных категорий пользователей.

— Проектирование системы: Разработка архитектуры приложения с выбором технологий и инструментов.

— Создать прототипы интерфейса: Визуализация пользовательского опыта и сбор обратной связи.

— Определить структуру базы данных для хранения заявок, пользователей и статусов заявок.

— Реализовать основные функции:

— Учет заявок на ремонт.

— Назначение исполнителей и контроль выполнения работ.

— Внедрение системы:

— Подготовка документации для пользователей и технического персонала.

— Обучение сотрудников работы с новой системой.

— Пилотный запуск системы и ее постепенное развертывание в реальной среде.

Эти задачи позволят структурировать процесс разработки и обеспечить создание качественного приложения, которое будет эффективно решать задачи сервисных центров и улучшать обработку заявок на ремонт оборудования.

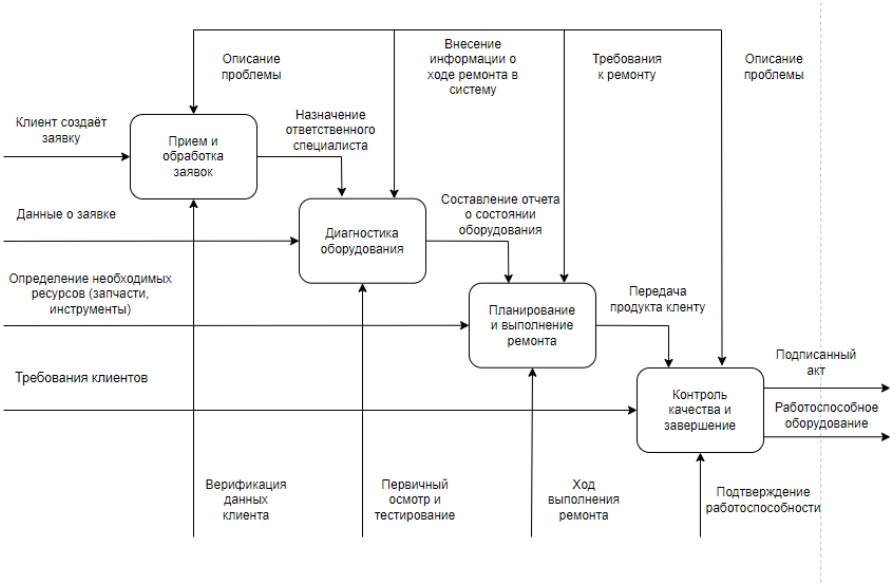


Рис. 9 — Диаграмма декомпозиции «Отправка заявки»

Windows Forms – это программный интерфейс, предназначенный для разработки графических интерфейсов пользователя. Он является частью Microsoft .NET Framework и упрощает доступ к функциональности графического интерфейса Microsoft Windows. Этот интерфейс создает оболочку для существующего Win32 API, позволяя разработчикам использовать его возможности в своих приложениях на различных языках программирования, таких как C#, C++ и других.

Windows Forms — это часть .NET Framework, которая предоставляет набор инструментов для создания графических пользовательских интерфейсов. Приложения, созданные с использованием Windows Forms, имеют несколько преимуществ:

— работать с некоторыми элементами управления проще, так как некоторые функции уже встроены в систему;

— гомогенная структура программной модели упрощает разработку и уменьшает количество ошибок.

— С другой стороны, Windows Forms имеют менее настраиваемый дизайн, что может быть как плюсом, так и минусом, в зависимости от требований приложения.

Приложения Windows Forms требуют меньше оперативной памяти по сравнению с приложениями WPF. Однако, они имеют и ограничения: у них нет встроенной функции разметки, которая могла бы упростить процесс создания интерфейсов.

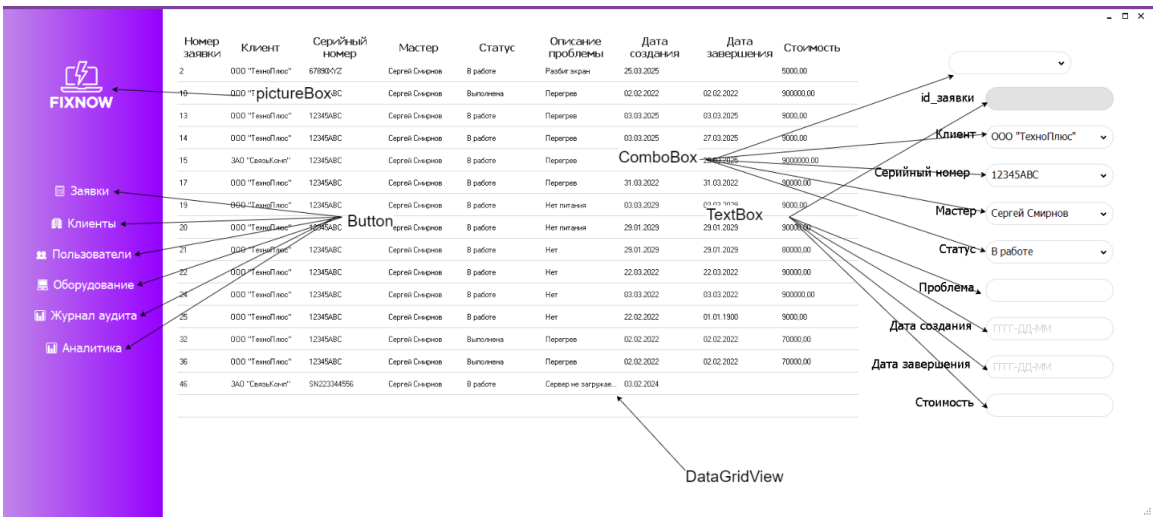


Рис. 10 — Форма отправки заявки

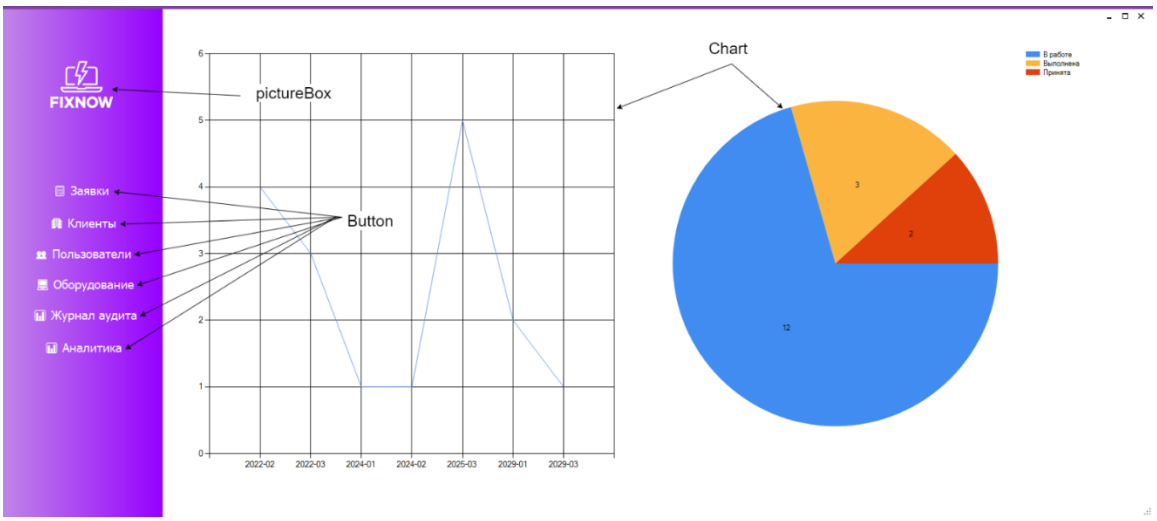


Рис. 11 — Форма аналитики

Заключение

В данной курсовой работе было проведено исследование и проектирование информационной системы для сферы ремонта компьютерного оборудования. Основной целью являлась разработка приложения для автоматизированного приема, обработки и мониторинга заявок клиентов.

В результате анализа были выявлены ключевые потребности сервисных центров и клиентов. На основе полученных данных разработана система, включающая модули для управления заявками, клиентскими данными, статусами ремонта и взаимодействием с техническими специалистами.

При проектировании системы учитывалась возможность ее масштабирования и модернизации в будущем. Также особое внимание было уделено вопросам безопасности данных, защиты персональной информации и удобства работы пользователей.

Разработанная информационная система позволит сервисным центрам автоматизировать процессы ремонта, повысить эффективность управления заявками, улучшить взаимодействие с клиентами и минимизировать человеческий фактор.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

— **Разработан программный продукт** на основе анализа предметной области и требований пользователей.

— **Созданы UML-диаграммы и ER-диаграмма** для визуального моделирования структуры системы.

— **Реализованы механизмы информационной безопасности**, предотвращающие несанкционированный доступ к данным.

— **Разработана обучающая документация**, обеспечивающая быстрое освоение системы пользователями.

Объектом исследования выступает система управления заявками на ремонт компьютерного оборудования, включая серверы, периферийные устройства и бытовую технику.

Предмет исследования – программное приложение, обеспечивающее автоматизированную обработку персональных заявок клиентов, контроль статусов ремонта и взаимодействие между клиентами и техническими специалистами с использованием унифицированного языка моделирования (UML).

Цель исследования – разработка эффективной информационной системы, позволяющей автоматизировать процессы приема и обработки заявок, повысить качество обслуживания клиентов и оптимизировать рабочие процессы сервисных центров.

Результатом работы является готовая информационная система, а также документация, описывающая ее структуру и функциональные возможности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарёв С. И., Корнеев А. А. Проектирование информационных систем: учебное пособие. — М.: Академия, 2021.

2. Ермаков С. В. Разработка программного обеспечения: UML и объектно-ориентированный подход. — СПб.: Питер, 2020.

3. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения. — 10-е изд. — М.: Вильямс, 2019.

4. Халилов К. Г. Администрирование и сопровождение информационных систем. — М.: Форум, 2022.

5. Бьюр К. UML. Основы. Руководство для начинающих. — СПб.: Диалектика, 2018.

6. Date C. J. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2020.

7. ГОСТ 34.601-90. Автоматизированные системы. Стадии создания. — М.: Издательство стандартов, 1990.

РАЗРАБОТКА АСУ ТП ПЕЧИ СТАРЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОФИЛЯ ООО «АЛТЕК»

Горожанкин И.Д., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

ООО «АЛТЕК» – ведущий производитель алюминиевых профилей, выпускающий до 16 000 тонн продукции в год. Компания использует линейно–функциональную схему управления и обладает производственной базой, включающей плавильно–литейный цех, линии экструзии, цех механической обработки и линию порошковой покраски.

Производственный процесс начинается в плавильно–литейном цехе, где из алюминиевого скрапа и чистого алюминия производят цилиндрические слитки диаметром 178 мм и 145 мм. При плавке используются легирующие элементы, такие как медь, магний и марганец, для получения различных алюминиевых сплавов (АД31, АД35, АД1, АД0, 6063 и 6060) [1].

Анализ существующей системы управления печью старения выявил ряд критических недостатков, негативно влияющих на качество термообработки алюминия и повышающих риск аварий. Отсутствует контур регулирования температуры, что приводит к неточному поддержанию режима. Управление подачей воздуха для горения неэффективно, так как осуществляется локальными регуляторами, не учитывающими общую картину процесса. Техническое оснащение устарело и неоднородно, с нестандартными подключениями и устаревшим контроллером, модернизация которого затруднена санкциями. Нет контура управления давлением в печи. Датчики и механизмы также устарели и требуют все больших затрат на поддержание.

Критическим является отсутствие отдельного, сертифицированного ПЛК для газовой безопасности, что в прошлом привело к аварии. Необходимо установить дополнительные датчики ПАЗ и отдельный контроллер противоаварийной защиты для обеспечения безопасности. Все эти факторы указывают на необходимость комплексной модернизации системы управления печью старения для повышения качества продукции, снижения издержек и предотвращения аварийных ситуаций.

На основе выявленных недостатков действующей автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) была сформулирована задача модернизации АСУ ТП печи старения на ООО «АЛТЕК». Основная цель модернизации — повысить эффективность тепловой обработки алюминия и повысить безопасность работы пламенной печи. Для достижения этой цели задача была разбита на несколько подзадач:

1. Моделирование контура регулирования температуры.
2. Моделирование контура регулирования разрежения.
3. Исследование математических моделей, определение структуры и оптимальных параметров настройки регуляторов.
4. Проектирование алгоритмов на основе моделей.
5. Разработка алгоритма ПАЗ.
6. Проектирование обновленной схемы технических средств с устранением лоскутного подключения датчиков и установкой дополнительного ПЛК ПАЗ.
7. Обновление схемы автоматизации с учетом всех изменений.

Рассмотрим обновление комплекса технических средств и обновленную структурную схему комплекса–технических средств.

На сегодняшний день, основой выбора ПЛК для отечественного производства является ориентация на внутренний рынок устройств. Наибольший интерес в рамках данной системы управления представляет ПЛК Reallab NLScon–RSB–L–RS, внешний вид которого приведен на рисунке 1, так как он обладает более быстрым процессорным устройством, а также имеет большие объёмы оперативной и постоянной памяти [2].



Рис. 1 – Внешний вид ПЛК Reallab NLScon–RSB–L–RS

Данный ПЛК имеет слотовую конструкцию с креплением на DIN – рейку. В базовой комплектации имеет 4 каналов дискретного ввода–вывода (2 ввода / 2 вывод). Кроме этого, данный ПЛК соответствует ГОСТ 51840–2001 «Программируемые контроллеры».

Заменам также подлежат устаревшие расходомеры иностранного производства, на современные отечественные приборы Буран–500 [3].

В рамках проекта модернизации предполагается заменить использующиеся уже продолжительное время термопары производства Южная Корея с встроенными преобразователями сигнала на новые. Обслуживать такие устройство экономически невыгодно, поэтому предполагается заменить их на термопары типа J с выходами, которые будут заведены в специальный сигнальный блок ПЛК. Эти приборы могут работать и в разреженной среде.

Также к структурным изменениям можно отнести подключение электродвигателя дымососа к частотному преобразователю, а также установка самого частотного преобразователя в шкафу управления [4]. Частотно регулируемый электропривод дымососа позволит снизить удельные затраты электроэнергии на данном технологическом объекте.

Для реализации визуализации хода технологического процесса в печи старения предлагается использовать программное обеспечение Codesys Visualization, в среде которой спроектирована форма визуализации, приведенная на рисунке 2.

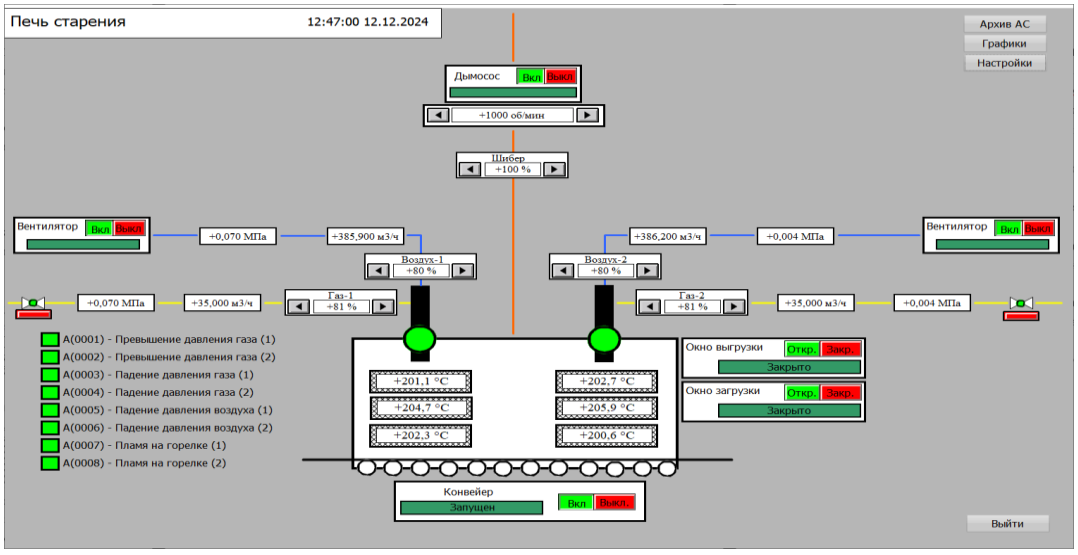


Рис. 2 – Спроектированная форма визуализации технологического процесса

В рамках научно исследовательской работы на тему " Модернизация АСУ ТП печи старения ООО "АЛТЕК"” были решены следующие задачи:

– Выявлены недостатки действующей АСУ ТП и сформированы пути их устранения в виде задач на модернизацию системы управления.

– Разработана функциональная и структурная схема подсистемы автоматического регулирования температуры в печи старения.

– Разработано математическое и алгоритмическое обеспечения распределенной системы управления технологическим процессом печи старения и подсистемы ПАЗ.

– Выполнено проектирование схемы обновления комплекса технических средств и схемы автоматизации. Разработана форма визуализации технологического процесса.

Данная модернизация поможет повысить качество выпускаемой продукции, повысить уровень ПАЗ, снизить удельные затраты природного газа и электроэнергии, а также стать независимым от импортных производителей.

Также в рамках данной научно–исследовательской работы был произведен расчет электробезопасности, что позволило спроектировать контур искусственного заземления, с удельным сопротивлением 1,56 Ом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О компании // Официальный ресурс "Алтек" [Электронный ресурс] URL: https://altek.su (дата обращения: 12.12.2024).

2. Оборудование. ПЛК (промышленные контроллеры) // RealLab. Российское оборудование и системы промышленной автоматизации [Электронный ресурс] URL: https://www.reallab.ru/catalog/plc/nlscon–rsb–l–rs/ (дата обращения: 12.12.2024).

3. Каталог датчиков. Расходомеры. Вихревые расходомеры Буран–500 // Datchiki.com [Электронный ресурс] URL: https://datchiki.com/product/vikhrevoj–raskhodomer–gaza–buran–500/ (дата обращения: 12.12.2024).

4. Продукты. Частотные преобразователи ПолюсПлюс серии PXXX // "ПолюсПлюс" [Электронный ресурс] URL: https://www.polusplus.net/product/chastotnie_preobrazovateli/P500/ (дата обращения: 12.12.2024).

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР В КОНФИГУРАЦИИ 1С:УПРАВЛЕНИЕ ХОЛДИНГОМ

Гофман И.В., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент **Симонова А.Г.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение: Внутренний контроль – это ключевой аспект управления любым предприятием. Ключевую роль во внутреннем контроле занимают контрольные процедуры. Они минимизируют риски неточности бухгалтерских отчетностей, обнаруживают ошибки ручного ввода данных в систему, обеспечивают полноту документов бухгалтерского учета [1].

Данная научно–исследовательская работа направлена на создание модуля автоматизированного отслеживания прохождения контрольных процедур в конфигурации 1С:Управление Холдингом. Автоматизация этого процесса позволит повысить точность и скорость прохождения контрольных процедур, а также обеспечит хранение результатов контролей в одном месте.

Анализ предметной области: ООО «Металлоинвест Корпоративный Сервис» является многофункциональным общим центром обслуживания Группы компаний «Металлоинвест» и в настоящее время оказывает профессиональные услуги по сопровождению функций: бухгалтерский и налоговый учет, учет по МСФО, казначейство, персонал, контактный центр, закупки, сбыт, юридическая поддержка, экономическая безопасность, страховая защита, бюджетирование, сопровождение экспортно–импортных операций и организация деловых поездок [2].

Выделим основные бизнес–процессы ООО «МКС»:

1. Заключение договоров с поставщиками и клиентами. Поиск поставщиков, сравнение их предложений, юридические аспекты составления договоров.
2. Ведение отчетности. Данный бизнес–процесс обеспечивает сбор и обработку первичной документации, введение бухгалтерского учета, составление бухгалтерской и налоговой отчетности, контроль за поступлением и расходованием денежных средств, анализ финансовой деятельности организации.
3. Подбор персонала. Главной задачей данного процесса является подбор и обучение персонала, его мотивация, формирование кадрового резерва, формирование корпоративной культуры.
4. Управление рисками. Ведение внутреннего контроля организации, прогнозирование возможных рисков, снижение возникновения рисков за счет постоянной автоматизации процесса.

В данной работе будет рассмотрен последний бизнес–процесс, который на настоящий момент осуществляется путем ведения журнала, где хранятся названия и описания контрольных процедур, которые нужно выполнить в определенные сроки. Бухгалтеры, работающие в организации, вручную открывают всю необходимую документацию, сверяя показатели полученные в ходе деятельности предприятия с прогнозируемыми. Поиск ошибок ведения документации или несостыковок бухгалтерской отчетности также производится вручную (рис. 1) [3].

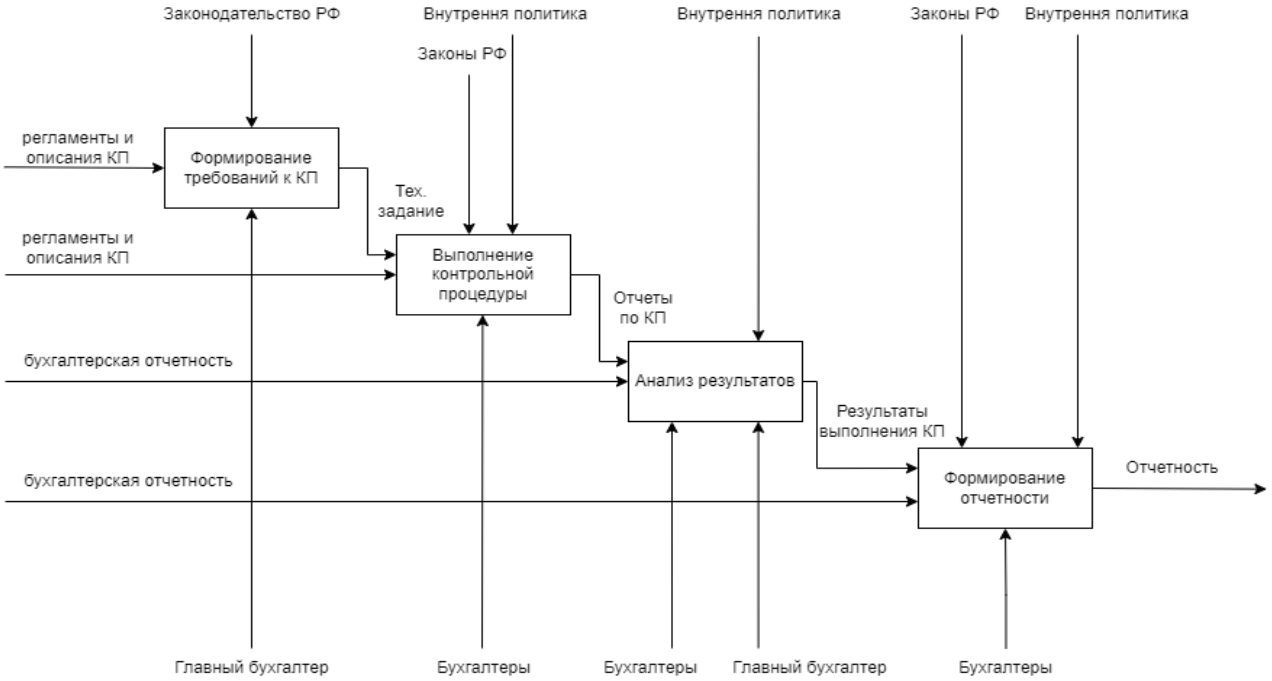


Рис. 12 – Описание бизнес–процесса до автоматизации в виде диаграммы IDEF0

Автоматизация данного бизнес–процесса будет заключаться в написании модуля 1С, который будет внедрен в основную конфигурацию 1С:Управление Холдингом, функционирующую на организации. В результате чего планируется снижение риска ошибок при прохождении контролей, а также удобное хранение результатов прохождения. Основные преимущества от автоматизации заключаются в снижении человеческого фактора при прохождении контрольных процедур и ускорении их прохождения (рис. 2).

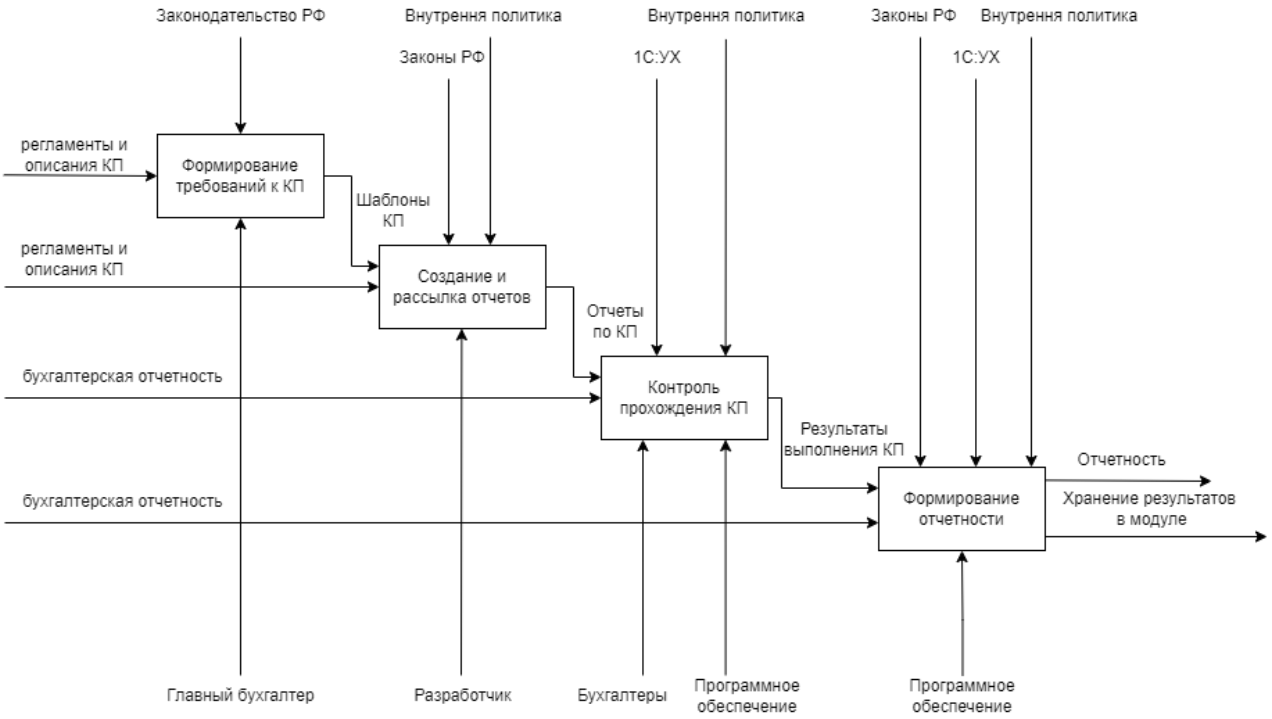
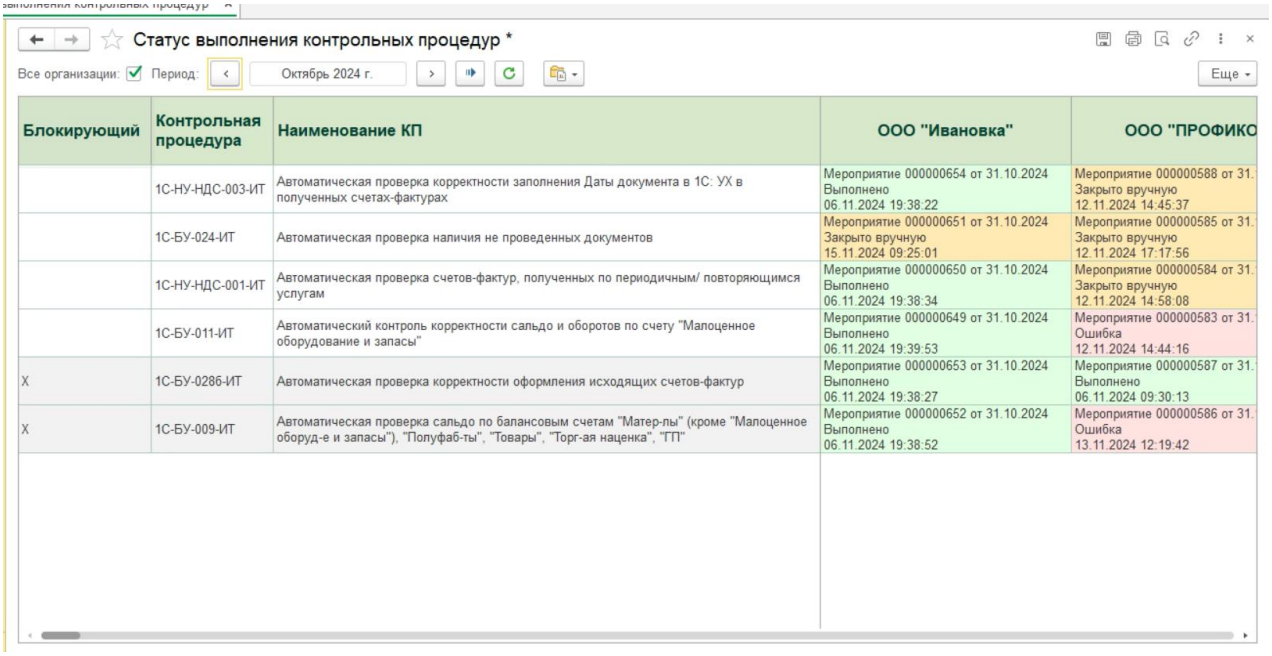


Рис. 13 – Описание бизнес–процесса после автоматизации в виде диаграммы IDEF0

Окно главной формы разрабатываемой модификации представляет собой информацию о названии контрольной процедуры, ее описании, статусе выполнения, а также об

организациях, которые запустили контрольные процедуры. Здесь также можно выбрать период прохождения контролей (рис. 3).



Блокирующий	Контрольная процедура	Наименование КП	ООО "Ивановка"	ООО "ПРОФИКО
	1С-НУ-НДС-003-ИТ	Автоматическая проверка корректности заполнения Даты документа в 1С: УХ в полученных счетах-фактурах	Мероприятие 000000654 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 19:38:22	Мероприятие 000000588 от 31. Закрыто вручную 12.11.2024 14:45:37
	1С-БУ-024-ИТ	Автоматическая проверка наличия не проведенных документов	Мероприятие 000000651 от 31.10.2024 Закрыто вручную 15.11.2024 09:25:01	Мероприятие 000000585 от 31. Закрыто вручную 12.11.2024 17:17:56
	1С-НУ-НДС-001-ИТ	Автоматическая проверка счетов-фактур, полученных по периодичным/ повторяющимся услугам	Мероприятие 000000650 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 19:38:34	Мероприятие 000000584 от 31. Закрыто вручную 12.11.2024 14:58:08
	1С-БУ-011-ИТ	Автоматический контроль корректности сальдо и оборотов по счету "Малоценное оборудование и запасы"	Мероприятие 000000649 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 19:39:53	Мероприятие 000000583 от 31. Ошибка 12.11.2024 14:44:16
X	1С-БУ-0286-ИТ	Автоматическая проверка корректности оформления исходящих счетов-фактур	Мероприятие 000000653 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 19:38:27	Мероприятие 000000587 от 31. Выполнено 06.11.2024 09:30:13
X	1С-БУ-009-ИТ	Автоматическая проверка сальдо по балансовым счетам "Матер-лы" (кроме "Малоценное оборуд-е и запасы"), "Полуфаб-ты", "Товары", "Торг-ая наценка", "ГП"	Мероприятие 000000652 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 19:38:52	Мероприятие 000000586 от 31. Ошибка 13.11.2024 12:19:42

Рис. 14 – Окно главной формы «Статус выполнения контрольных процедур»

Во время запуска модуля можно увидеть три возможных состояния контрольных процедур: зеленый – выполнено, оранжевый – закрыто вручную, красный – ошибка. Использование разных оттенков помогает визуализировать статусы прохождения контрольных процедур, делая их более наглядными и простыми для восприятия сотрудниками (рис. 4).

ООО "ПРОФИКО"	ООО "НЬЮФЕРР"	ООО "ЛЕБГОК-Здоровье"
Мероприятие 000000588 от 31.10.2024 Закрыто вручную 12.11.2024 14:45:37	Мероприятие 000000516 от 31.10.2024 Выполнено 12.11.2024 13:02:26	Мероприятие 000000672 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 17:20:50
Мероприятие 000000585 от 31.10.2024 Закрыто вручную 12.11.2024 17:17:56	Мероприятие 000000513 от 31.10.2024 Ошибка 12.11.2024 13:03:51	Мероприятие 000000669 от 31.10.2024 Выполнено 13.11.2024 12:59:57
Мероприятие 000000584 от 31.10.2024 Закрыто вручную 12.11.2024 14:58:08	Мероприятие 000000512 от 31.10.2024 Выполнено 12.11.2024 13:04:58	Мероприятие 000000668 от 31.10.2024 Закрыто вручную 13.11.2024 13:43:24
Мероприятие 000000583 от 31.10.2024 Ошибка 12.11.2024 14:44:16	Мероприятие 000000511 от 31.10.2024 Выполнено 13.11.2024 13:40:32	Мероприятие 000000667 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 17:42:11
Мероприятие 000000587 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 09:30:13	Мероприятие 000000515 от 31.10.2024 Выполнено 12.11.2024 13:06:44	Мероприятие 000000671 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 13:15:18
Мероприятие 000000586 от 31.10.2024 Ошибка 13.11.2024 12:19:42	Мероприятие 000000514 от 31.10.2024 Выполнено 12.11.2024 13:08:00	Мероприятие 000000670 от 31.10.2024 Выполнено 06.11.2024 17:43:56

Рис. 15 – Виды возможных состояний контрольных процедур

Данная разработка помогает осуществлять прохождение контрольных процедур быстрее и с низкой вероятностей допущения ошибок, удобно просматривать результаты и хранить их в одном месте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 06 декабря 2011 года № 402–ФЗ «О бухгалтерском учете». [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=461630#h421, свободный – (Дата обращения: 02.04.2025).

2. Сайт ООО «МКС» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.metalloinvest.com/business/auxiliary/mks/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru, свободный – (Дата обращения: 02.04.2025).

3. Григорьев М. В., Григорьева И. И. Проектирование информационных систем — «Юрайт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://urait.ru/book/proektirovanie–informacionnyh–sistem–566741 – (Дата обращения: 04.04.2025).

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОСИСТЕМЕ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ГРУЗОВ

Гришин К.Ю., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Автоматический формирователь палет предназначен для автоматической или полуавтоматической погрузки пачек коробок из гофрированного картона на палету. В настоящее время формирователи грузов различной конструкции активно применяются в технологическом процессе изготовления продукции из гофрокартона в качестве завершающего этапа производства.

Типовая машина, внешний вид которой представлен на рисунке 1, состоит из подающего стола, пластины формирователя, упора, подъемного конвейера и устанавливается над ямой. Обычно пачки гофрированных коробок обвязываются обвязывающей машиной и поступают на подающий стол по конвейерной системе. После этого оператор размещает их на пластине формирователя в нужном порядке для штабелирования в соответствии с размерами пачек и палеты.

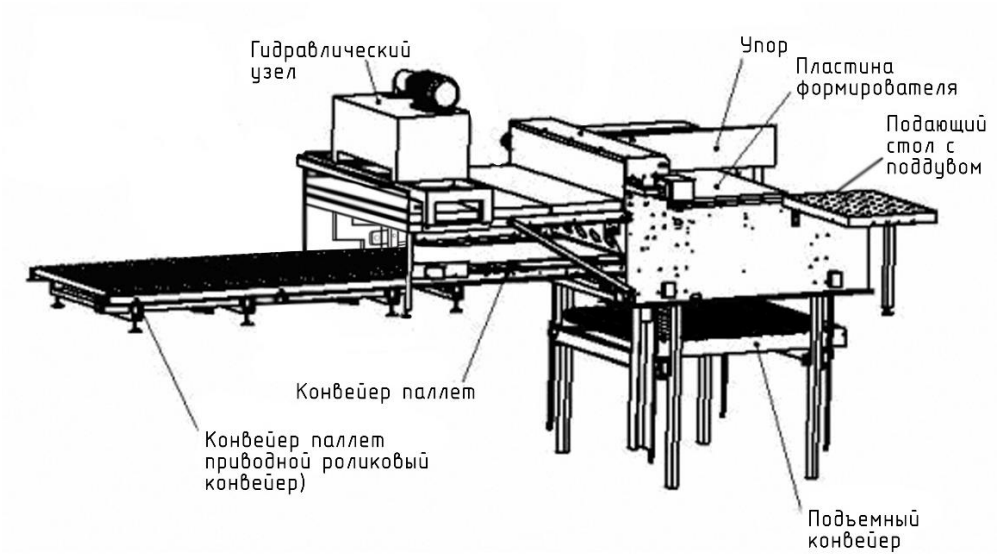


Рис. 1 – Внешний вид формирователя грузов

Одним из основных элементов машины является гидросистема. Именно она приводит в действие все оси машины. Основными элементами гидросистемы являются:

- гидронасос;
- обратный клапан;
- гидрораспределители с электрическим управлением;
- гидроцилиндр;
- гидроприводы.

На всех подобных гидросистемах, установленных на производстве, автоматизация полностью отсутствует, они не имеют плавной регулировки давления, что приводит к резким остановкам осей формирователя, особенно при управлении в ручном режиме. Несмотря на то, что в номинальном режиме работы давление составляет 25 % от максимального давления системы, подобные резкие остановки, особенно при нагруженном подъемном конвейере, приводят к ненужным нагрузкам на механические части формирователя и саму гидросистему. Кроме того, как показывает практика, резкое переключение клапанов с медленного на быстрый в режиме ручного управления на некоторых системах, находящихся в эксплуатации

более пяти лет, способны остановить работу формирователя. Это вызовет кратковременную, но достаточную нагрузку на насос для того, чтобы сработала система защиты двигателя от перегрузки. Все эти факторы снижают эффективность работы гидросистемы, приводят к преждевременному выходу из строя элементов гидросистемы. Одним из решений, которое позволит устранить данные недостатки является использование аналоговой системы управления давлением [1–3].

Данную задачу можно решить несколькими способами:

- Использованием частотного преобразователя на запуск насоса и датчика давления в качестве обратной связи;
- Использование редукционного клапана с электронным управлением и датчика давления в качестве обратной связи;
- Заменой гидрораспределителей с дискретным управлением на гидрораспределители с пропорциональным аналоговым управлением.

Средняя цена частотных преобразователей для насосов мощностью 7 кВт и более, используемых в гидросистеме формирователя, как и пропорциональных распределителей на требуемый расход гораздо выше, чем у редукционного клапана с аналоговым управлением. Таким образом, установка последнего имеет большую экономическую целесообразность из–за более низкой средней цены. Исходя из этого было принято решение остановиться на реализации гидросистемы на варианте с использованием редукционного клапана с электронным управлением и датчика давления.

Таким образом, для устранения недостатков, повышения эффективности работы гидросистемы, а также предотвращения преждевременного выхода из строя отдельных элементов гидростанции и подъемного механизма формирователя, предлагается разработать контур автоматического регулирования давления в гидросистеме формирователя грузов с использованием редукционного клапана с пропорциональным аналоговым управлением, аналоговым датчиком давления и комбинированным реле уровня и температуры для контроля температуры и уровня масла в резервуаре маслостанции;

Функциональная схема контура автоматического регулирования давления представлена на рисунке 2.

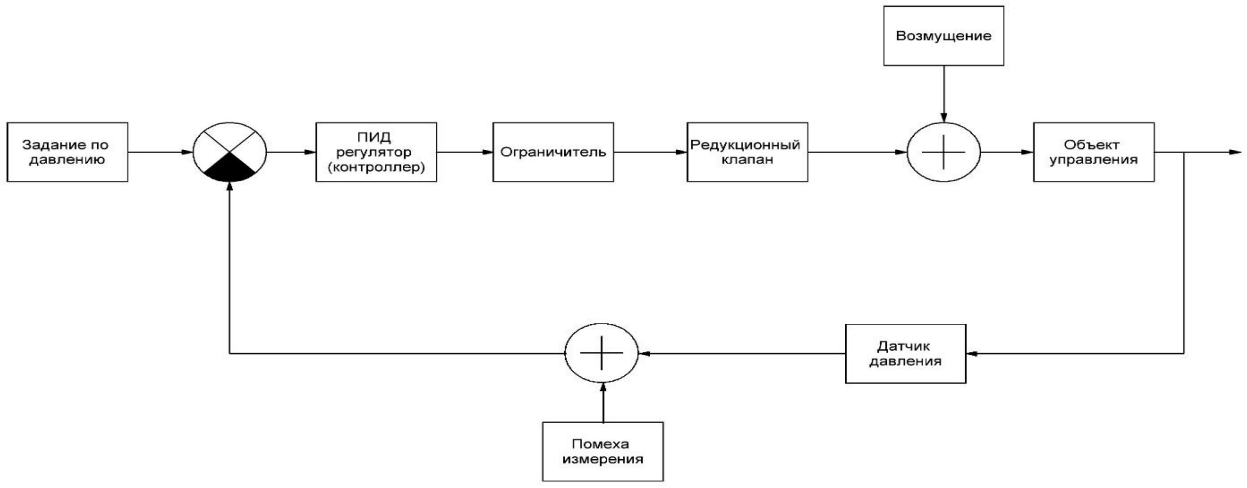


Рис. 2 –Функциональная схема контура регулирования давления в гидросистеме формирователя грузов

Задание по давлению сравнивается с результатом измерения давления датчиком давления, установленным в контур гидросистемы. Рассогласование давления поступает на ПИД–регулятор, реализованный программно, в контроллере. Контроллер формирует аналоговый сигнал на положение редукционного клапана.

Разработана структурная схема контура регулирования давления на основе математических моделей всех элементов функциональной схемы, показанная на рисунке 3,

кроме того, проведена настройка контура. Симуляция работы этой схемы выполнена с помощью Simulink Matlab. Расчет коэффициентов ПИД–регулятора методом Зиглера–Никольса в совокупности с экспериментальным многократным повторением моделирования процесса, позволило выбрать рациональные значения параметров ПИД–регулятора давления.

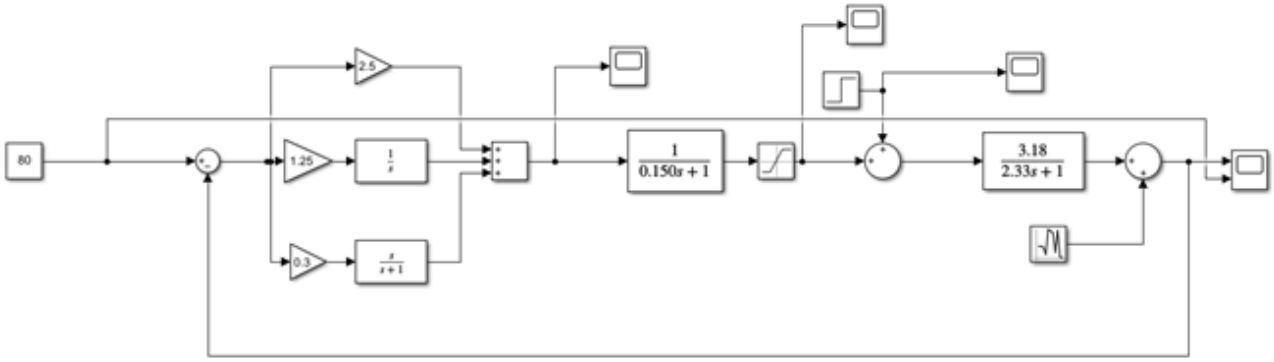


Рис. 3 – Структурная схема САР давления в гидросистеме

График переходного процесса по давлению приведен на рисунке 4.

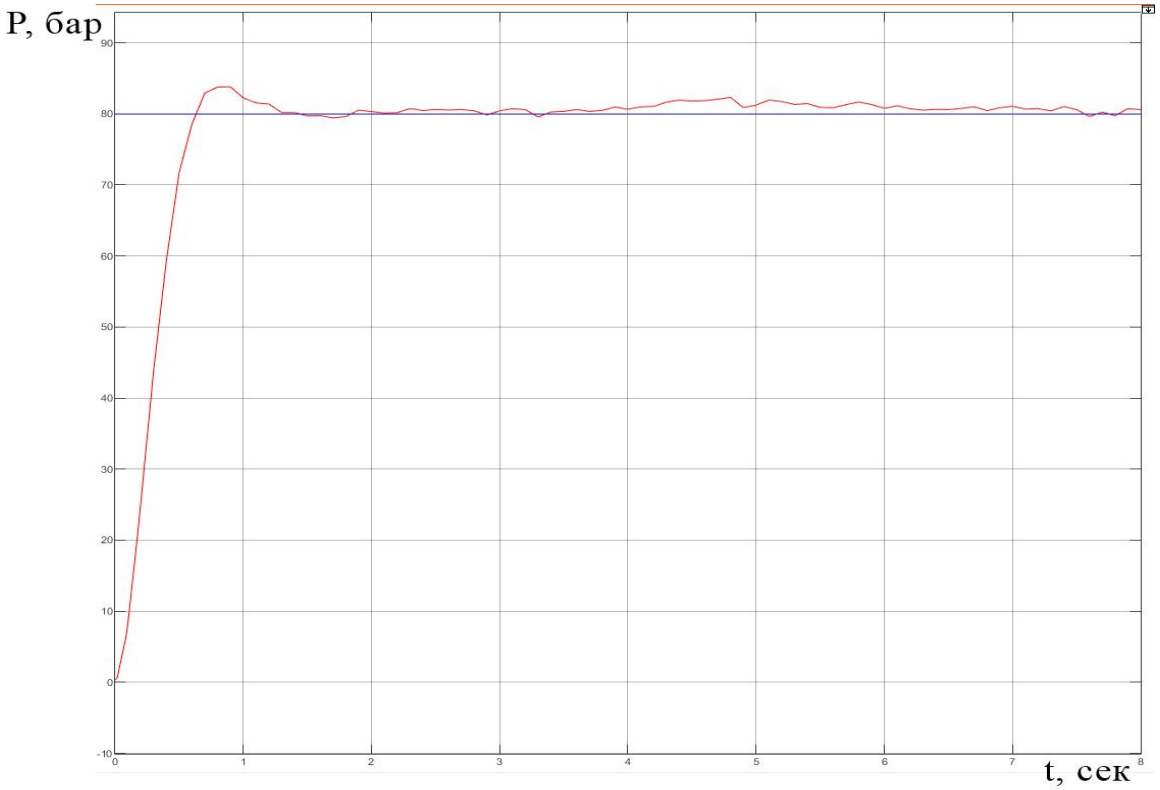


Рис. 4 – График изменения давления в гидросистеме формирователя грузов

Из рисунка 4 видно, что регулятор приводит систему к заданному уровню давления в 80 бар приблизительно за 1,5 секунды, при этом перерегулирования удается практически полностью избежать. Что говорит о высоком качестве функционирования системы автоматического регулирования в режиме отработки ступенчатого изменения задания.

В модели также была также реализована отработка системой ступенчатого возмущения. На четвертой секунде моделирования ступенчатый сигнал подается в канал изменения положения дросселя редукционного клапана, симулируя резкий скачек в системе, например, при переключении гидрораспределителей.

По результатам моделирования можно сказать, что система управления гидросистемы формирователя грузов справляется с поставленной задачей регулирования давления, не допуская отклонения от заданного значения более чем на 5 %.

Использование в проекте формирователя грузов системы автоматического регулирования давления в гидросистеме позволит повысить уровень автоматизации гидросистемы, обеспечивая плавную регулировку давления, что позволяет избежать резких скачков давления в системе при работе осей формирователя. Это снизит механические нагрузки на формирователь и саму гидросистему. Кроме того, использование системы предотвратит появление перегрузок насоса при переключении гидрораспределителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации «Load Former (WSA–LF–1800X1800)» ООО «Славянка».

2. Даршт, Я.А. Гидропривод и средства автоматики [Текст]: учеб. пособие / Я.А. Даршт. – Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2012 – 108 с. — ISBN 978–5–86151–441–5

3. Кузнецов В.Н., Кривоносов В.А., Есилевский В.С. Средства автоматизации и управления: учебник /В.Н. Кузнецов, В.А. Кривоносов, В.С. Есилевский – Старый Оскол: ТНТ, 2017 – 365 с.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА И ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА

Дерусова Д.А., студентка
Научный руководитель – преподаватель высшей категории **Семенов А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

В условиях постоянного роста требований к безопасности труда и охране здоровья, а также увеличения числа нормативных актов в этой области, актуально создать инструмент, который упростит работу специалистов. Настольное приложение позволит централизовать информацию, автоматизировать процессы мониторинга и анализа, а также упростить взаимодействие между различными подразделениями компании. Это особенно важно в контексте повышения эффективности работы и снижения затрат, связанных с управлением безопасностью труда.

Цель научной работы – разработка настольного приложения для автоматизации процессов управления безопасностью труда и охраной здоровья на производственных объектах.

Задачи, поставленные для выполнения в ходе научной работы:

– спроектировать программный продукт на основе анализа предметной области и исходных данных;
– разработать UML-диаграммы и ER-диаграмму базы данных;
– реализовать информационную безопасность разрабатываемой системы;
– разработать обучающую документацию для пользователей разрабатываемой системы;
– определить требования к функционалу приложения;
– спроектировать архитектуру приложения;
– реализовать приложение на языке C#;
– протестировать разработанное решение.

Объектом исследования является процесс управления безопасностью труда на производственных объектах.

Предметом исследования являются методы и инструменты автоматизации этих процессов, а также разработка программного обеспечения для их поддержки.

Теоретическая значимость работы заключается в расширенном анализе существующего уровня автоматизации, инструментов реализации поставленной курсовой задачи по данной теме.

Практическая значимость данного проекта заключается в использовании автоматизированной информационной системы сотрудниками компании.

Разработанная информационная система представляет собой значительный шаг вперед в автоматизации процессов управления безопасностью труда и охраной здоровья на производственных объектах, существенно повышая эффективность выполнения контрольных мероприятий и обеспечивая высокий уровень точности в обработке данных.

Используемые в системе подходы и методы автоматизации способствуют значительному снижению человеческого фактора, минимизируя ошибки, связанные с рутинными операциями, и ускоряя процессы мониторинга и анализа. Это в свою очередь способствует повышению общей производительности труда, снижению затрат на выполнение задач и улучшению качества управления безопасностью труда.

В ходе выполнения работы была создана реляционная база данных.

ER-модель – модель данных, позволяющая описывать концептуальные схемы предметной области. ER используется при высокоуровневом проектировании баз данных. С её помощью можно выделить ключевые сущности и обозначить связи, которые могут устанавливаться между этими сущностями [1].

На рисунке 1 представлена ER-модель базы данных.

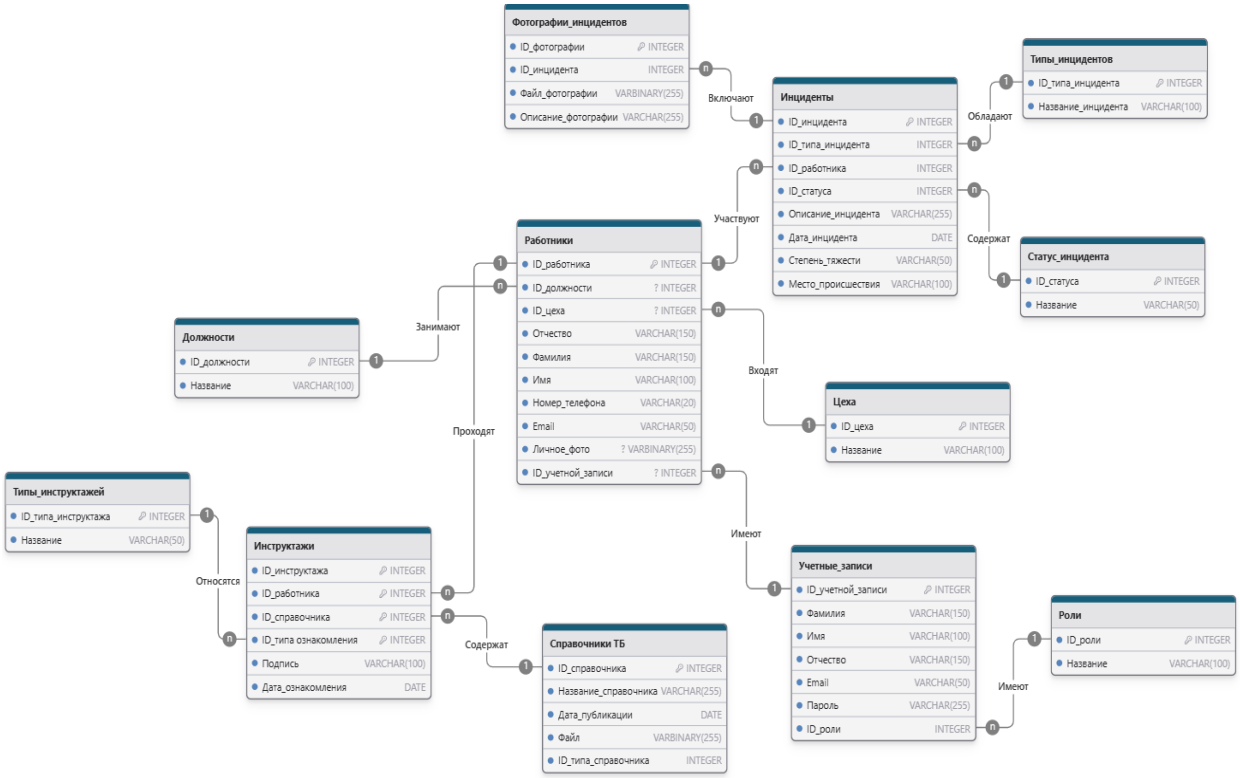


Рис. 1 – ER – модель базы данных

Desktop-приложение – это программа, которая способна работать на любой машине, используя только аппаратные ресурсы компьютера, код самого приложения и библиотеки (предназначенные для этого приложения, которые находятся на локальном хосте).

Исходя из задач, поставленных в ходе исслеования, было выбрано несколько инструментов, необходимых для разработки desktop-приложения.

1. Microsoft Visual Studio 2022, которое включает в себя интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментов;
2. Microsoft SQL Server – это система управления реляционными базами данных;
3. Microsoft SQL Server Management Studio 19 – это утилита для настройки, управления и администрирования всех компонентов Microsoft SQL Server.

Разработанная в приложении форма авторизации представлена на рисунке 2, форма регистрации представлена на рисунке 3.

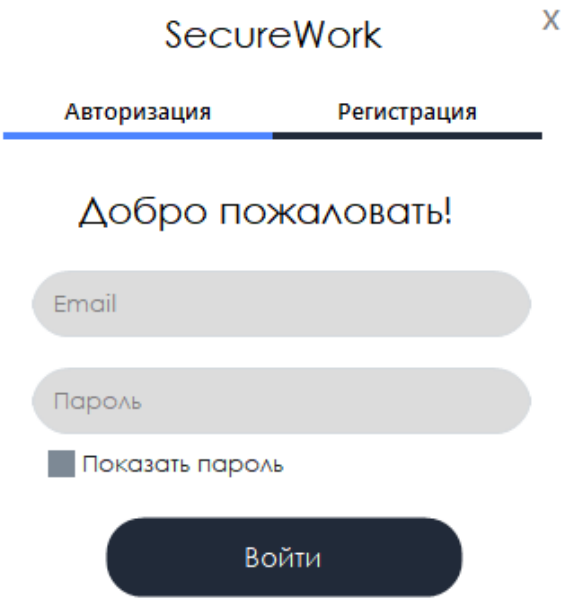


Рис. 2 – Форма авторизации

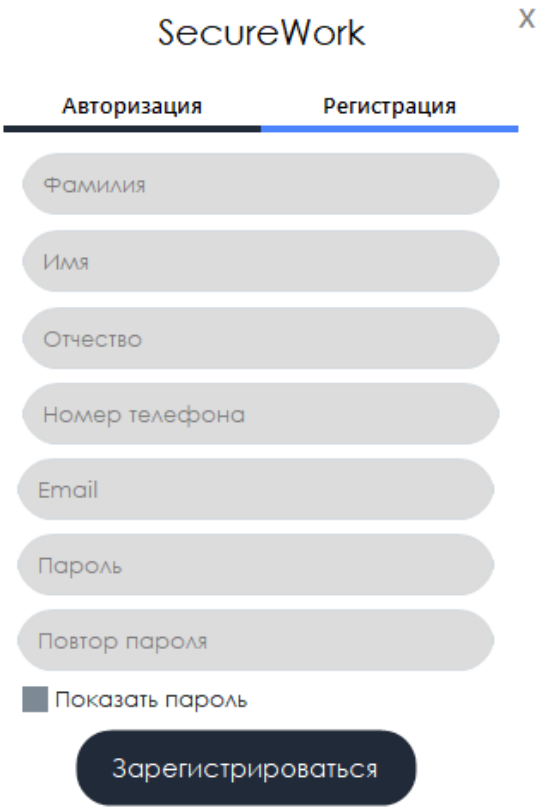


Рис. 3 – Форма регистрации

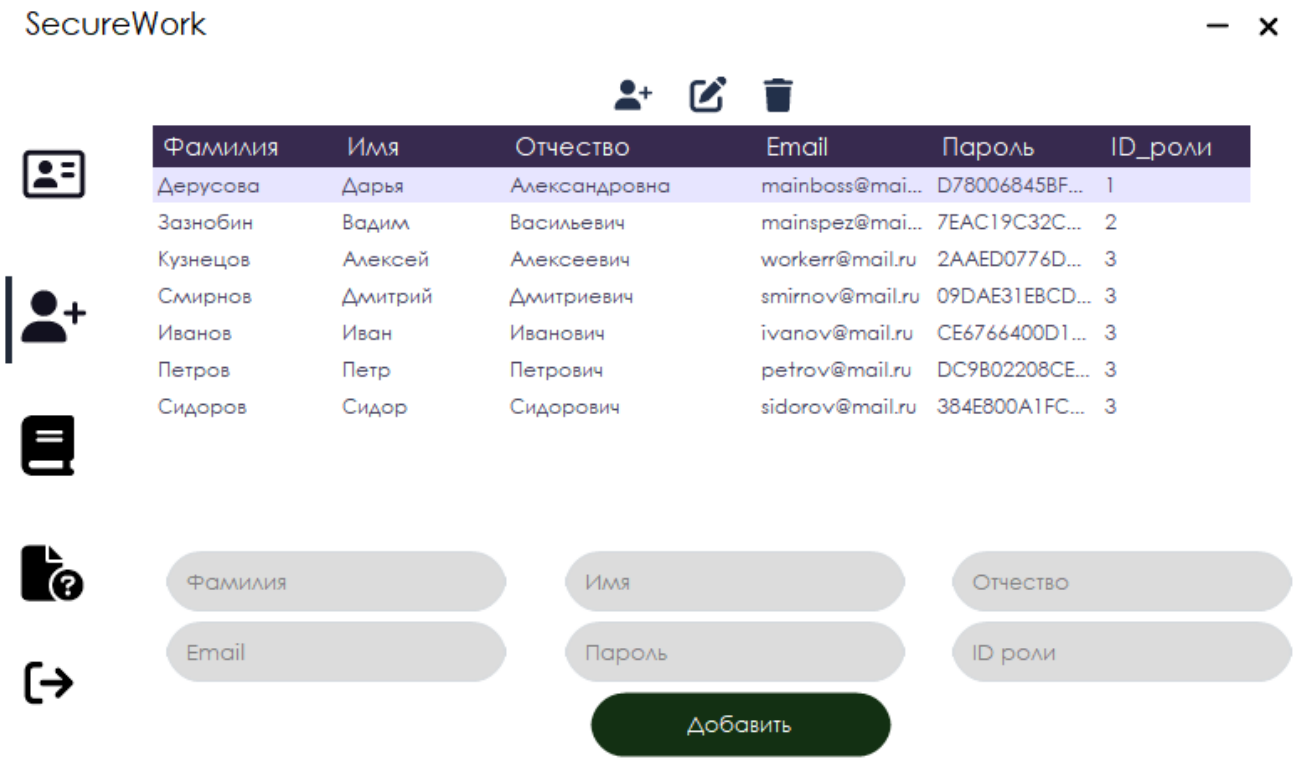


Рис. 4 – Форма управления учетными записями

Для обеспечения информационной безопасности в приложении на уровне базы данных использовался метод хэширования SHA-256.

Хеширование – это преобразование информации с помощью особых математических формул, в результате которого возникает хеш (hash) – отображение данных в виде короткой строки, в идеале – уникальной для каждого набора информации [2].

Хеш – это не зашифрованная исходная информация, а скорее уникальная метка, которая генерируется для каждого набора данных индивидуально. Он состоит из цифр и латинских букв. Основное назначение хеширования – проверка информации. В данной курсовой работе хэширование было применено для форм авторизации, регистрации и формы управления учетными записями.

Класс хеширования пароля представлен на рисунке 5.

```
private string HashPassword(string password)
{
    using (SHA256 sha256 = SHA256.Create())
    {
        byte[] bytes = sha256.ComputeHash(Encoding.UTF8.GetBytes(password));
        StringBuilder builder = new StringBuilder();
        foreach (byte b in bytes)
        {
            builder.Append(b.ToString("x2"));
        }
        return builder.ToString();
    }
}
```

Рис. 5 – Класс для хеширования пароля

При выполнении научной работы была поставлена цель – разработка настольного приложения для автоматизации процессов управления безопасностью труда и охраной здоровья на производственных объектах. Для достижения поставленной цели были

выполнены все поставленные задачи. Также было реализовано программное решение на языке C#.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голицына, О. Л. Основы проектирования баз данных: учебное пособие / О.Л. Голицына, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. — 416 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-91134-655-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1190668

2. Гришина, Н. В. Основы информационной безопасности предприятия: учебное пособие / Н.В. Гришина. — 2-е изд., доп. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 216 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016719-0. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1900721

3. Заботина, Н. Н. Методы и средства проектирования информационных систем: учебное пособие / Н.Н. Заботина. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 331 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015597-5. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1043093

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ СУШКИ ОКАТЫШЕЙ В АСУ ТП ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ

Должиков В.В., студент
Научный руководитель – к.т.н, доцент **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В условиях современного производства важнейшую роль играет эффективность технологических процессов, в частности, процессов, связанных с подготовкой и переработкой сырья. На АО “Лебединский ГОК” одним из ключевых этапов производства железорудного концентрата является обжиг окатышей. Этот процесс требует тщательной организации и управления, так как он напрямую влияет на качество конечного продукта и экономические показатели предприятия. Одним из важных аспектов обжигового процесса является этап сушки окатышей, на который влияет множество факторов — от состояния оборудования до внешних условий [4].

В последние годы наблюдается активное внедрение современных информационных технологий и систем автоматизации управления в металлургической промышленности. Основной целью данного исследования является модернизация подсистемы управления процессом сушки и подогрева окатышей с использованием средств автоматизированной системы управления технологическими процессами обжиговой машины. Предложенные улучшения направлены на повышение точности контроля и управления, снижение потерь и улучшение качества продукции [2].

Окатыши подвергаются обжигу в специальной машине. В процессе обжига они проходят через различные технологические зоны, в каждой из которых поддерживается определённый температурный и аэродинамический режим, соответствующий карте технологического процесса [3].

На рис. 1 представлена структурная схема рассматриваемой обжиговой машины.

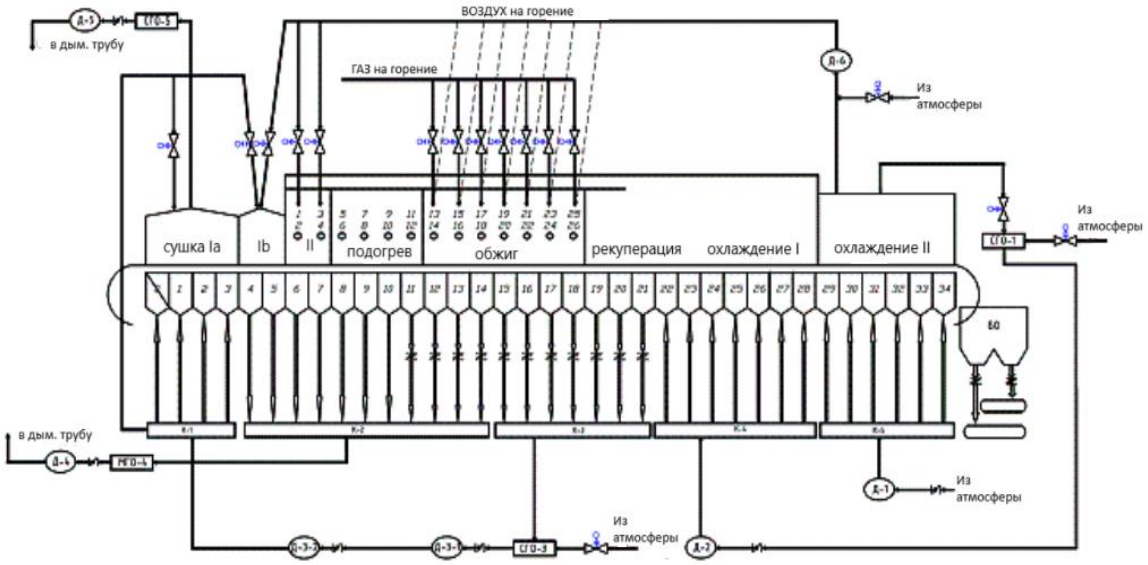


Рис. 1 – Структурная схема обжиговой машины ОК–306

Первая технологическая зона обжиговой машины — это зона сушки, которая отвечает за удаление влаги из окатышей и подготовку их к высокотемпературному нагреву. Она состоит из двух подзон: сушка I и сушка II. Сушка I делится на две части — Ia и Ib. В процессе сушки используется комбинированный подход: в части Ia теплоноситель подается снизу вверх, тогда как в Ib и в зоне II — сверху вниз. Этот метод помогает избежать переувлажнения, деформации

и разрушения окатышей, улучшает проницаемость газов и содействует более эффективной тепловой обработке в последующих зонах машины. Температура газового потока в этой зоне — примерно 250–400 °C.

Также рассматриваемая обжиговая машина имеет технологические зоны подогрева, обжига, рекуперации и охлаждения. Тепловой режим в каждой секции устанавливают, как правило, независимо от режима других секций. Газы из каждой зоны отсасываются отдельными дымососами. [2, 3].

В ходе изучения предметной области проекта были выделены недостатки существующего уровня автоматизации:

– Неправильное поддержание разрежения над слоем окатышей в зоне сушки. Из–за этого не всегда поддерживается оптимальный уровень, что может приводить к «рыхлению» окатышей на тележках обжиговой машины.

– Неправильное поддержание перепада давления между верхним и нижним слоем окатышей. Слишком низкий перепад давления приводит к малому потоку воздуха сквозь слой окатышей и они остаются влажными, а слишком высокий перепад давления приводит к тому, что происходит эффект “подпрыгивания” окатышей, из–за чего они не успевают просохнуть и подвергаются деформации.

Целью данного исследования является разработка системы управления, обеспечивающей поддержание уровня разряжения и перепада давления в зонах сушки обжиговой машины.

Внедрение такой модернизации позволит:

– избавиться от эффекта “подпрыгивания” окатышей на палете за счёт контроля и управления перепадом давления;

– избавиться от эффекта “рыхления” окатышей за счёт контроля и управления разряжения

Эффективное и наиболее безопасное функционирование обжиговой машины подразумевает поддержание регламентных значений перепада давления между нижним и верхним слоем окатышей и разряжения над слоем этих окатышей.

Контроль и управление разрежением в зоне сушки Ia обжиговой машины осуществляется путем изменения производительности дымососа. В состав системы автоматического регулирования разрежения входят следующие элементы:

– объект управления – зона сушки с трактом дымоудаления;

– датчик разрежения в зоне сушки обжиговой машины;

– ПИ–регулятор;

– преобразователь частоты напряжения, питающего электродвигатель дымососа;

– дымосос с электродвигателем.

В качестве входа модели объекта управления будем рассматривать скорость вращения вала дымососа, а в качестве выхода – разрежение в зоне сушки Ia. Модель объекта может быть описана апериодическим звеном первого порядка с передаточной функцией

$$W_{\text{зс}}(S) = \frac{K_{\text{зс}}}{T_{\text{зс}} \cdot S + 1}, \quad (1)$$

где $K_{\text{зс}} = \frac{\text{Р}_{\text{зс}}^{min}}{\omega_{\text{ДЫМ}}^{max}} = \frac{-150}{730} = -0{,}20547945$; $\text{Р}_{\text{зс}}^{min}$ = – 150 Па – разрежение в зоне сушки при скорости вращения вала $\omega_{\text{ДЫМ}}^{max}$ = 730 об/мин, которая устанавливается при максимальной частоте напряжения, питающего привод дымососа (при 50 Гц).

Результаты эксплуатации системы дымоудаления из зоны сушки обжиговой машины показывают, что при ступенчатом изменении скорости вращения вала дымососа, разрежение в зоне устанавливается на новый уровень в течение времени регулирования $t_{\text{Р}}$ = 0,8 минут. Исходя из этого, можно считать, что постоянная времени объекта управления, включающего зону сушки и тракт дымоудаления, $T_{\text{зс}} \approx \frac{1}{3} t_p = 0{,}26$ мин.

Модель исполнительного устройства – дымососа, входом которой является частота напряжения, питающего электродвигатель, а выходом – скорость вращения вала дымососа, описывается апериодическим звеном первого порядка со следующей передаточной функцией

$$W_{\text{дым}}(S) = \frac{K_{\text{дым}}}{T_{\text{дым}} S+1}, \quad (2)$$

где $K_{\text{дым}} = \frac{\omega_{\text{дым}}^{max}}{50} = \frac{730}{50} = 14{,}6$; $\omega_{\text{дым}}^{max}$ = 730 об/мин – максимальная скорость вращения вала дымососа при частоте напряжения, равной 50 Гц. Результаты эксплуатации установки показывают, что при ступенчатом изменении частоты напряжения питания скорость вращения вала дымососа устанавливается на новый уровень в течение времени регулирования t_P = 0,12 минут. Постоянная времени $T_{\text{дым}} \approx \frac{1}{3} t_p = 0{,}04$ мин.

На рис. 2 представлена функциональная схема САР разряжения:

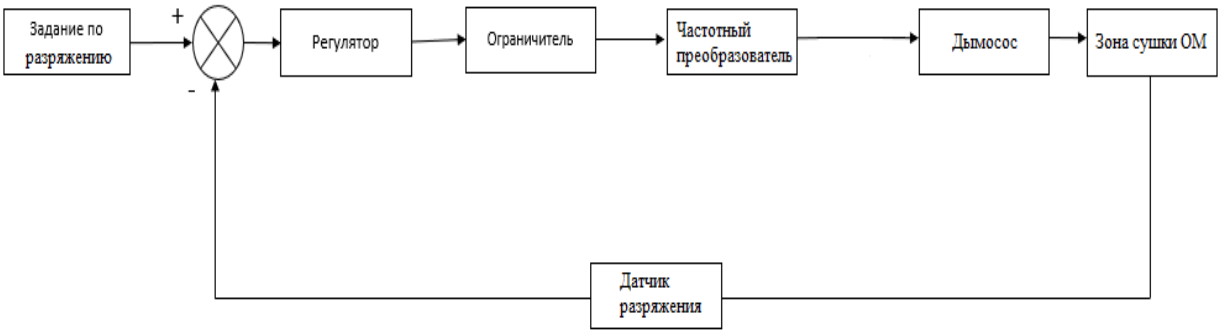


Рис. 2 – Функциональная схема САР разряжения.

Контроль и управление перепадом давления в зоне сушки Ia обжиговой машины осуществляется путем изменения производительности вентилятора. В состав системы автоматического регулирования перепада давления входят следующие элементы:

– объект управления – зона сушки с трактом дымоудаления;

– датчик дифференциального давления в зоне сушки обжиговой машины;

– ПИ–регулятор;

– преобразователь частоты напряжения, питающего электродвигатель вентилятора;

– вентилятор с электродвигателем.

В качестве входа модели объекта управления будем рассматривать скорость вращения вала вентилятора, а в качестве выхода – перепад давления в зоне сушки. Модель объекта может быть описана апериодическим звеном первого порядка с передаточной функцией

$$W_{\text{зс}}(S) = \frac{K_{\text{зс}}}{T_{\text{зс}} S+1}, \quad (3)$$

где $K_{\text{зс}} = \frac{\text{Pd}_{\text{зс}}^{max}}{\omega_{\text{вент}}^{max}} = \frac{400}{730} = 0.54794521$; $\text{Pd}_{\text{зс}}^{max}$ = 400 Па – перепад давления в зоне сушки при скорости вращения вала $\omega_{\text{вент}}^{max}$ = 730 об/мин, которая устанавливается при максимальной частоте напряжения, питающего привод вентилятора (при 50 Гц).

Результаты эксплуатации системы показывают, что при ступенчатом изменении скорости вращения вала вентилятора, перепад давления в зоне устанавливается на новый уровень в течение времени регулирования t_P = 0,8 мин. Исходя из этого, можно считать, что постоянная времени объекта управления, включающего зону сушки и тракт дымоудаления, $T_{\text{зс}} \approx \frac{1}{3} t_p = 0{,}26$ мин.

Модель исполнительного устройства – вентилятора, входом которой является частота напряжения, питающего электродвигатель, а выходом – скорость вращения вала вентилятора, описывается апериодическим звеном первого порядка со следующей передаточной функцией

$$W_{\text{вент}}(S) = \frac{K_{\text{вент}}}{T_{\text{вент}} S+1}, \quad (4)$$

где $K_{\text{вент}} = \frac{\omega_{\text{вент}}^{max}}{50} = \frac{730}{50} = 14{,}6$; $\omega_{\text{вент}}^{max}$ = 730 об/мин – максимальная скорость вращения вала вентилятора при частоте напряжения, равной 50 Гц. Результаты эксплуатации установки показывают, что при ступенчатом изменении частоты напряжения питания скорость вращения вала вентилятора устанавливается на новый уровень в течение времени регулирования t_P = 0,12 минут. Постоянная времени $T_{\text{вент}} \approx \frac{1}{3} t_p = 0{,}04$ мин.

Математические модели датчика дифференциального давления, а также преобразователя частоты определены выше и описываются передаточной функцией.

На рис. 3 представлена функциональная схема САР перепада давления:

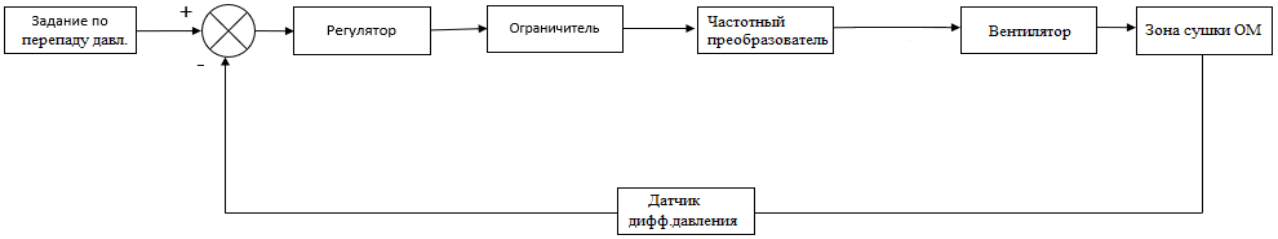


Рис. 3 – Функциональная схема САР перепада давления.

На рис. 4 представлены графики переходных процессов:

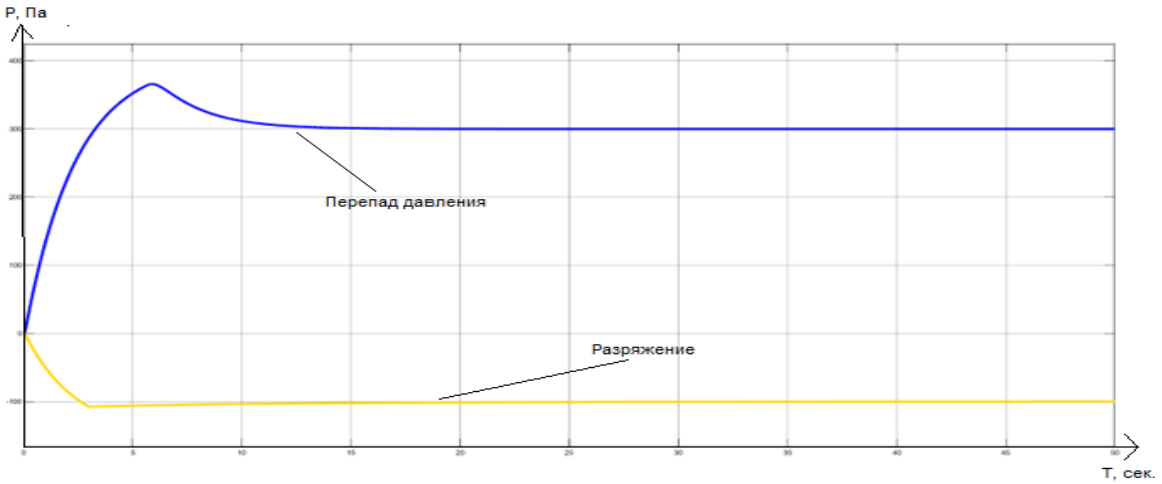


Рис. 4 – Графики переходных процессов.

Исходя из графиков видно, что на уставку перепада давления (300 Па) система выходит за 12 секунд, а на уставку разряжения (–100 Па) система выходит за 7 секунд соответственно.

Предлагаемая модернизация позволяет эффективно производить управление режимом сушки, конечный продукт на выходе будет иметь более низкий процент брака за счёт решения изложенных ранее проблем существующего уровня автоматизации, а использование энергоресурсов предприятия сократится.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ш. Маерчак, Производство окатышей / Ш. Маерчак – М.: Москва: «Металлургия», 1982. – 232 с.

2. Горобченко С.Л., Курс АСУ ТП непрерывных производств. Конспект лекций / Горобченко С.Л. / Электронная книга Модуль. – 254 с.

3. Юсфин Ю.С., Базелевич Т.Н. / Обжиг железорудных окатышей / Ю.С. Юсфин, Т.Н. Базелевич. – Москва: «Металлургия», 1973. – 272 с.

4. Сайт АО “Лебединский ГОК” [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.metalloinvest.com/business/mining–segment/lgok/ (дата обращения: 29.03.2025).

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ В РАМКАХ МОДЕРНИЗАЦИИ АСУТП УЧАСТКА НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ВОДОЗАБОРА ЦВС

Домахин М.Э., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Козырь О.Ф.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В качестве объекта модернизации была выбрана установка флотации сточных вод, используемая в ЦВС АО «ОЭМК». Для флотации используются напорные флотаторы СТОВ ФЛ-80 (рис.1).



Рис. 1 – Внешний вид напорных флотаторов СТОВ ФЛ-80

Устройство установлено в контур предварительной очистки ЦВС, в котором помимо флотатора находятся также несколько напорных фильтров и пластинчатый отстойник (рис.2).

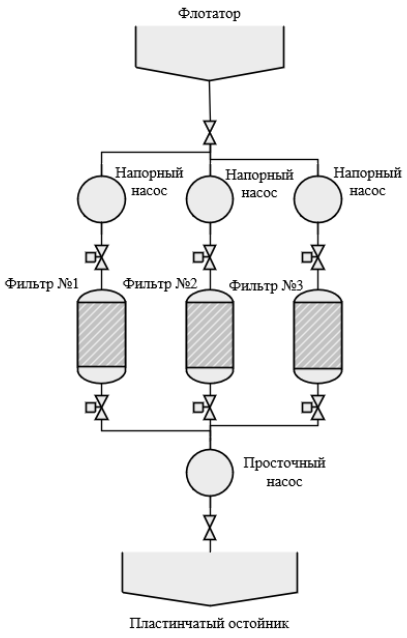


Рис. 2 – Технологический участок предочистки сточных вод ЦВС

Флотатор ФЛ-80 оборудован местным пультом управления, расположенным в шкафу управления, непосредственно в стойке рядом с ТО. Тем не менее, после последней капитальной модернизации участка информация с местных систем управления дублируется на пульт управления оператора участка предочистки.

К техническим недостаткам действующего уровня АСУ ТП можно отнести следующее:

1. Устаревший контроллер, который требует замены так как уже снят официальной поддержки, а в текущих экономической и политической становится серьезной экономической издержкой;
2. Датчики, такие как МЕТРАН-55 уже морально устарели несмотря на то, что они исправно выполняют свою функцию, их обслуживание удорожается с каждым годом. Кроме того, датчики не обладают современными средствами самонастройки.
3. Сигналы с датчиков не унифицированы, датчики подключены по различным стандартам и выведены в общую систему управления участком;
4. Использующиеся системы распределенной периферии морально устарели и требуют замены.

Для модернизации существующей АСУ ТП в MATLAB Simulink была разработана математическая модель контура очистки воды от нефтепродуктов (рис.3). Для проверки адекватности разработанной модели проводилось имитационное моделирование.

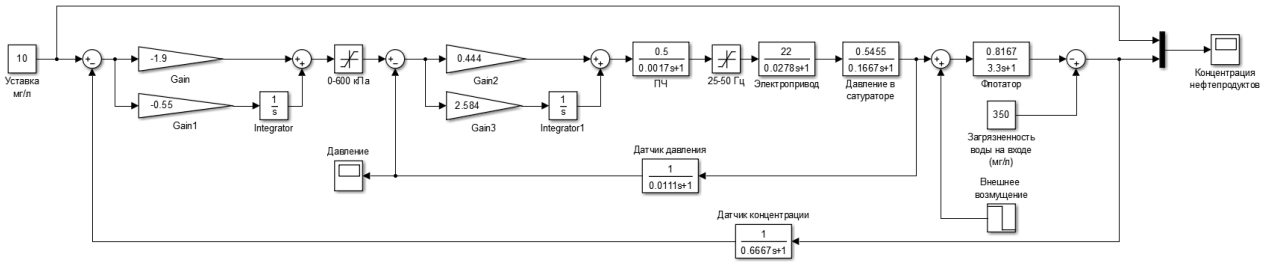


Рис. 3 – Структурная схема моделируемого контура очистки воды от нефтепродуктов

Моделировался диапазон времени $t = [0; 60]$ минут, в момент времени t=30 минут моделировалось внешнее возмущение, с которым контур успешно справился, что можно проследить на графике переходного процесса (рис.4).

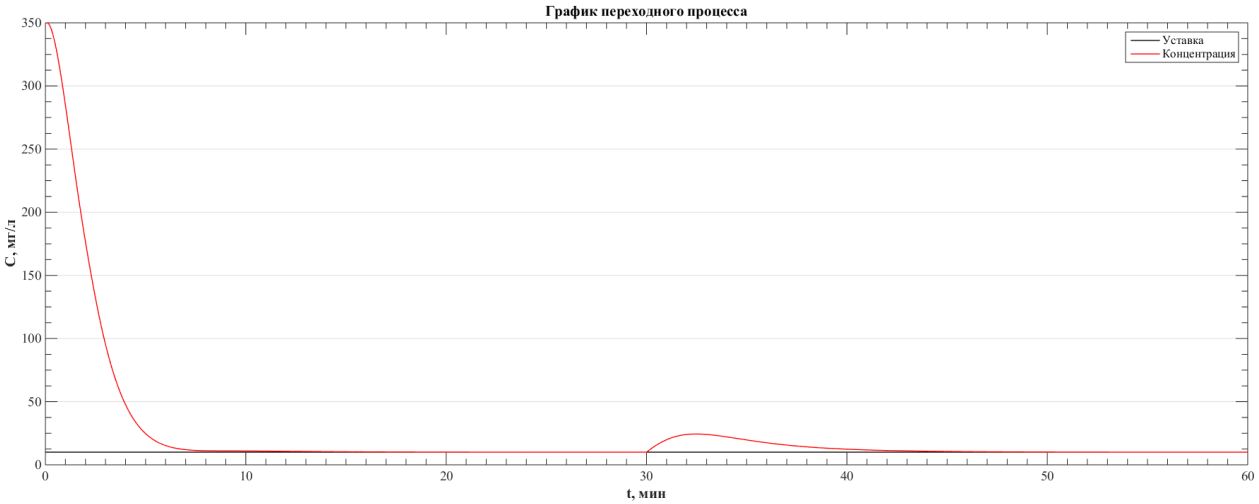


Рис. 4– График переходного процесса контура очистки воды

Как можно заметить, выход на уставку происходит за приемлемое в рамках технологического процесса время. Кроме этого, не наблюдается статической ошибки или перерегулирования. Проанализировав график создаваемого давления (рис.5). можно заметить, что компрессор не работает в номинале за ненадобностью, что ведет к экономии электроэнергии.

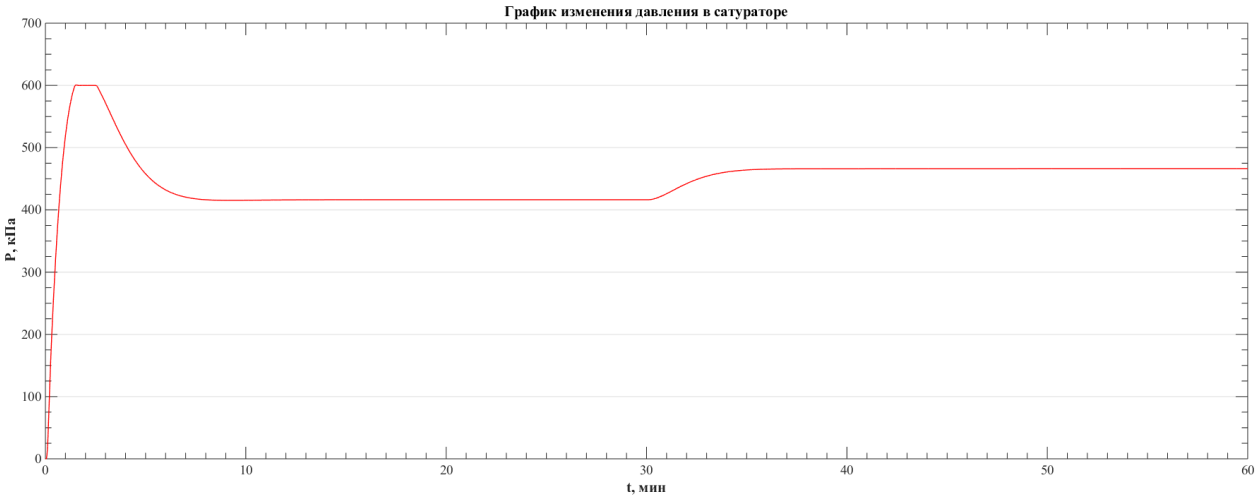


Рис. 5– График изменения давления

По данному графику можно также заметить, что имеет место реакция контура на внешнее возмущение.

В результате модернизации АСУ ТП участка насосных станций промышленного водозабора ЦВС заметно улучшится качество регулирования давления, будет получен экономический эффект от экономии затрат на ремонт и электроэнергии, затраченной на очистку воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4. Голубев О.В., Карабасов Ю.С., Коротченко Н.А., Черноусов П.И. Металлургия и время: Энциклопедия. - 3 изд. - М.: Издательский дом МИСиС, 2014. - 224 с.

5. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод. Новые модели флотации и флотокомбайны типа КБС и специального назначения. // М: ИНФРА-М, – 2021, – 203 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОСТАВОК МАТЕРИАЛОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Дорохов Д.И., студент
Научный руководитель – преподаватель высшей категории **Семенов А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Актуальность темы обусловлена тем, что многие предприятия до сих пор используют устаревшие методы управления поставками, такие как бумажный документооборот или локальные электронные таблицы, что приводит к задержкам, ошибкам и неэффективному использованию ресурсов.

Целью научно-исследовательской работы является проектирование и разработка системы для управления поставками материалов и комплектующих изделий промышленных предприятий.

Основными задачами работы являются:

- Анализ существующих подходов к управлению поставками материалов и комплектующих на промышленных предприятиях.
- Определение функциональных требований к системе.
- Проектирование архитектуры системы, включая базу данных и пользовательский интерфейс.

Диаграмма прецедентов – это графическое представление взаимодействия между пользователями и системой. Она показывает, какие функции доступны каждому пользователю и как они взаимодействуют с системой [1].

На рисунке 1 представлена диаграмма прецедентов.

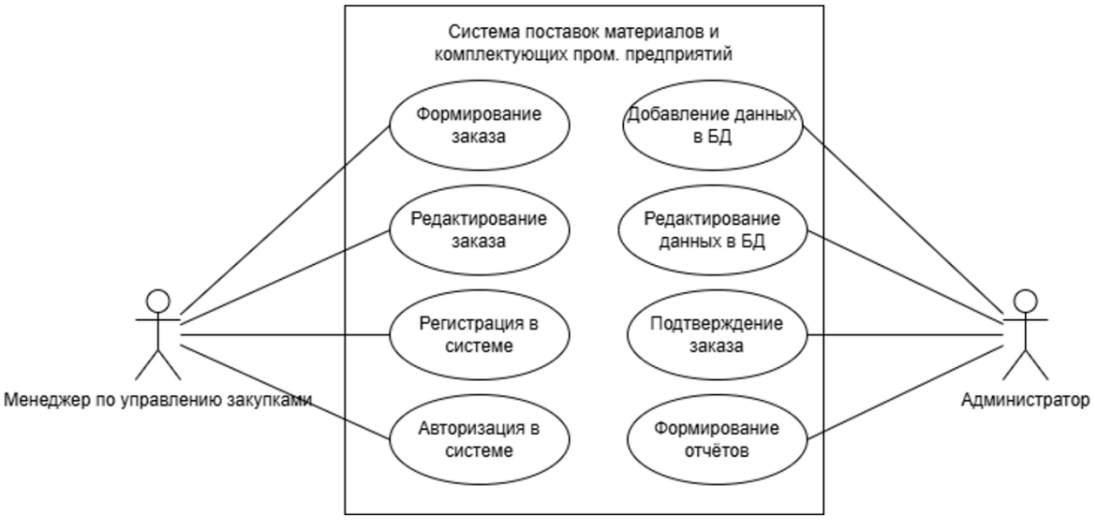


Рис. 1 – Диаграмма прецедентов

Контекстная диаграмма – это диаграмма, которая показывает систему в целом и ее взаимодействие с внешними сущностями. Она используется для определения границ системы и ее окружения [1].

На рисунке 2 изображена контекстная диаграмма.



Рис. 2 – Контекстная диаграмма

Триггер – это специальная процедура, которая автоматически выполняется при наступлении определённого события в базе данных [2].

На рисунке 3 представлен триггер на удаление материала из заказа.

```
SQLQuery1.sql - DE...I28GGI\doroh (52))*
CREATE TRIGGER trg_DeleteMaterialFromOrder
ON Материалы_в_заказе
AFTER DELETE
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;
    UPDATE Материалы_на_складе
    SET Количество = Материалы_на_складе.Количество + deleted.Количество_товара
    FROM Материалы_на_складе
    JOIN deleted ON Материалы_на_складе.Код_материала = deleted.Код_материала
    WHERE Материалы_на_складе.Код_склада = (
        SELECT TOP 1 Код_склада
        FROM Материалы_на_складе
        WHERE Код_материала = deleted.Код_материала
        ORDER BY Количество DESC
    );
    PRINT 'Материал успешно возвращен на склад';
END;

133 %
Messages
Commands completed successfully.

Completion time: 2025-04-01T22:09:31.1077771+03:00
```

Рис. 3 – Триггер на удаление материала из заказа

На рисунке 4 представлен результат работы триггера на удаление материала из заказа.

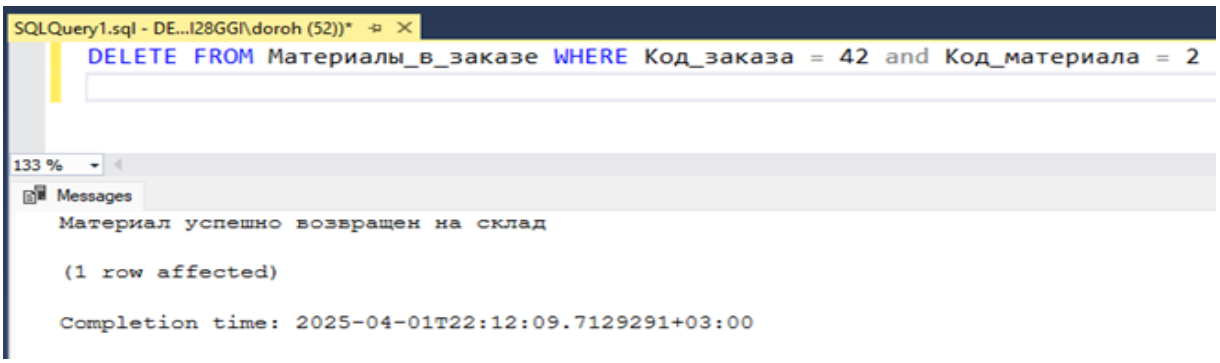


Рис.4 – Результат работы триггера на удаление материала из заказа

Представление – это виртуальная таблица, которая создаётся на основе результата SQL-запроса. Представление не хранит данные самостоятельно, а только отображает их из других таблиц [3].

На рисунке 5 изображено представление «Доступные_материалы».

SQLQuery1.sql - DE...I28GGI\doroh (62))* DESKTOP-GI28GGI\...dbo.Пользователи

```
SELECT * FROM view_AvailableMaterials
```

133 %

Results Messages

	Код материала	Название материала	Количество	Единицы измерения	Цена	Поставщик
1	2	Провод медный 2.5мм	1500	м	12.75	ЗАО "ПромТехКомплект"
2	4	Гайка М10	200	шт	1.80	ООО "ЭлектроСервис"
3	6	Растворитель 646	20	л	180.00	ИП Иванов И.И.
4	8	Ремень приводной клиновой А-1000	10	шт	320.00	ООО "ТрансЛогистик"
5	10	Арматура 12мм	500	м	45.00	ЗАО "РезиноТехника"
6	1	Сталь листовая 3мм	100	кг	85.50	ООО "МеталлСтрой"
7	3	Болт М10х50	250	шт	3.20	ООО "ЭлектроСервис"
8	5	Краска эмаль ПФ-115	30	л	250.00	ИП Иванов И.И.
9	7	Подшипник 6205	175	шт	450.00	ООО "ХимПромТорг"
10	9	Кирпич строительный одинарный	300	шт	18.50	ООО "СтанкоИмпорт"

Рисунок 5 – Представление «Доступные_материалы»

На рисунке 6 изображён результат работы представления «Доступные_материалы».

SQLQuery1.sql - DE...I28GGI\doroh (62))* DESKTOP-GI28GGI\...dbo.Пользователи

```
SELECT * FROM view_AvailableMaterials
```

133 %

Results Messages

	Код материала	Название материала	Количество	Единицы измерения	Цена	Поставщик
1	2	Провод медный 2.5мм	1500	м	12.75	ЗАО "ПромТехКомплект"
2	4	Гайка М10	200	шт	1.80	ООО "ЭлектроСервис"
3	6	Растворитель 646	20	л	180.00	ИП Иванов И.И.
4	8	Ремень приводной клиновой А-1000	10	шт	320.00	ООО "ТрансЛогистик"
5	10	Арматура 12мм	500	м	45.00	ЗАО "РезиноТехника"
6	1	Сталь листовая 3мм	100	кг	85.50	ООО "МеталлСтрой"
7	3	Болт М10х50	250	шт	3.20	ООО "ЭлектроСервис"
8	5	Краска эмаль ПФ-115	30	л	250.00	ИП Иванов И.И.
9	7	Подшипник 6205	175	шт	450.00	ООО "ХимПромТорг"
10	9	Кирпич строительный одинарный	300	шт	18.50	ООО "СтанкоИмпорт"

Рисунок 6 – Результат работы представления «Доступные_материалы»

Desktop-приложение – это программа, которая устанавливается и запускается на компьютере пользователя и работает локально, используя ресурсы операционной системы. В

отличие от веб-приложений, оно не требует браузера и постоянного интернет-соединения. Приложение было разработано с использованием интегрированной среды разработки MS Visual Studio и языка программирования C#.

На рисунке 7 представлена форма «Мои заказы».



Рис. 7 – Форма «Мои заказы»

На рисунке 8 представлена форма «Подтверждение заказов».

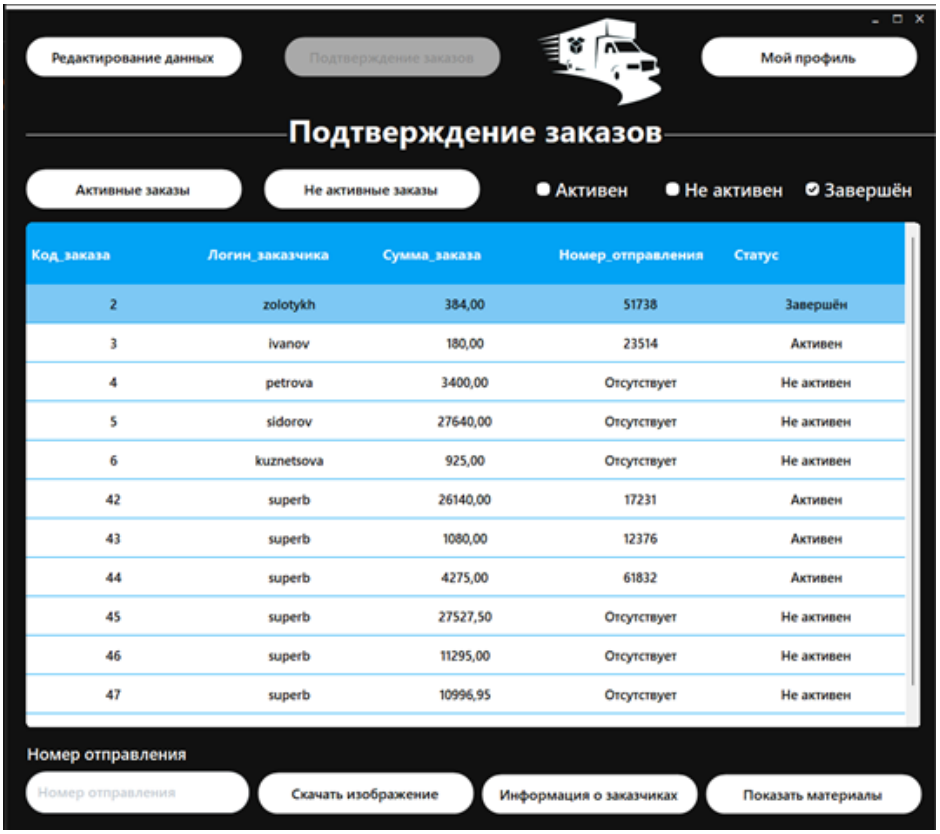


Рис. 8 – Форма «Подтверждение заказов»

Технологическое развитие предъявляет высокие требования к методам защиты данных. В криптошифровании используются разные алгоритмы сжатия. В число самых популярных и надёжных входит семейство SHA-2. Результат обработки представляет собой буквенно-числовой код — строчку из 64 символов, которая может содержать цифры и буквы латинского

алфавита.

SHA-256 – это однонаправленный необратимый алгоритм. По результату преобразования нельзя определить закономерность шифрования и восстановить исходный файл. Если в документе изменить хотя бы одну букву, финальный идентификатор будет абсолютно другой. Это позволяет выявлять несанкционированные внешние воздействия на файлы во время их хранения или передачи.

На рисунке 9 представлено хеширование пароля с использованием «соли».

```
ссылка: 1
public static string HashPassword(string password)
{
    byte[] salt;
    new RNGCryptoServiceProvider().GetBytes(salt = new byte[16]);
    var pbkdf2 = new Rfc2898DeriveBytes(password, salt, 10000);
    byte[] hash = pbkdf2.GetBytes(20);
    byte[] hashBytes = new byte[36];
    Array.Copy(salt, 0, hashBytes, 0, 16);
    Array.Copy(hash, 0, hashBytes, 16, 20);
    return Convert.ToBase64String(hashBytes);
}
```

Рис. 9 - Хеширование пароля

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- Был проведён анализ существующих подходов к управлению поставками материалов и комплектующих на промышленных предприятиях.
- Были определены функциональные требования к системе.
- Была спроектирована архитектура системы, включая базу данных и пользовательский интерфейс.
- Была разработана и протестирована система.

Результатом научно-исследовательской работы стало полностью функциональное приложение, разработанное в Visual Studio на языке C#.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуально ли на сегодня моделирование IDEF0? [электронный ресурс] http://projectimo.ru/biznes-processy/idef0.html.

2. Create trigger [электронный ресурс] https://blog.skillfactory.ru/triggery-v-bazah-dannyh/

3. Представления [электронный ресурс] https://learn.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/views/views?view=sql-server-ver15.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА ПРОДАЖ ООО «БЕЛПИК»

Дурнева Д.В., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Ковтун Н.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный и следовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

ООО «БелПик» — предприятие, специализирующееся на производстве высококачественной муки и других продуктов. Компания сертифицирована на множество видов деятельности, включая производство муки, растительных масел и кормов для животных. [1]

ООО «БелПик» представляет собой полный цикл обработки зерновых, с широким рынком сбыта, работая как с оптовыми компаниями (например, ООО «ПТП», ООО «ФОРУМ»), так и с розничными сетями («Магнит», «Пятерочка», «Лента»). Также выступает ресурсным поставщиком для других компаний, таких как «СИ Групп», которым принадлежит торговая марка «Шебекинские», под которой выпускают макаронные изделия. [2]

Автоматизация логистических процессов на предприятии представляет собой важный шаг к повышению его конкурентоспособности и повышению качества сервиса.

В условиях конкуренции автоматизация бизнес–процессов критически важна для эффективности бизнеса. Бизнес–процессы, основные и вспомогательные, определяют логику работы компании. Проблема возникает, когда автоматизируются только основные процессы, что приводит к информационной деградации – потере актуальности и точности данных. Это снижает эффективность, увеличивает затраты, подрывает доверие клиентов и затрудняет анализ.

Причина деградации – устаревание или отсутствие систем поддержки бизнес–процессов, что ведет к ручным операциям и ошибкам. Профилактика включает регулярное обновление данных, контроль качества и автоматизацию. Если существующие системы автоматизации недостаточны, модульный подход позволяет точечно внедрять новые функции, создавая контур дублирования и повышая устойчивость к деградации.

Рассмотрим отдел продаж ООО «БелПик» для выявления слабых мест. Основным бизнес–процессом отдела продаж является «Продажа товарной продукции» (рис. 1)

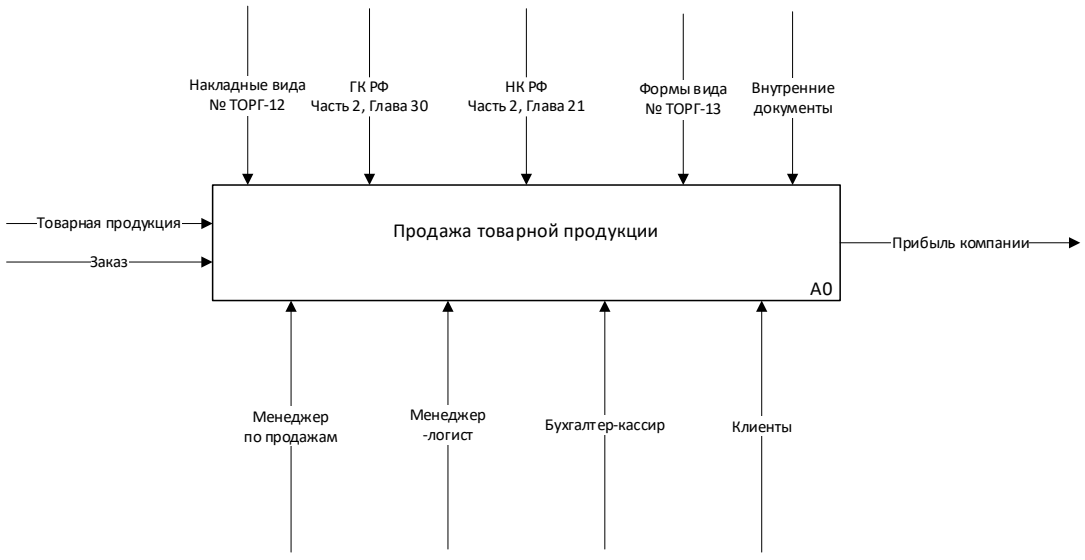


Рис. 1 – Модель основного бизнес–процесса в нотации IDEF0

Входные данные:

1. Товарная продукция: Ассортимент товаров, предлагаемых клиентам. Описание включает в себя характеристики, доступное количество и цену.

2. Заказ: Запрос клиента на покупку товара, содержащий следующую информацию:

- Наименование товара.
- Количество.
- Предполагаемая дата доставки.
- Контактные данные клиента.
- Способ оплаты.

Участники процесса:

1. Менеджер по продажам:

- Обрабатывает входящие заказы.
- Консультирует клиентов по ассортименту продукции.
- Оформляет договоры и необходимые накладные.
- Ведет клиентскую базу данных.

2. Менеджер–логист:

- Планирует и организует доставку товаров с учетом оптимальных маршрутов и сроков.
- Управляет запасами на складе, минимизируя дефицит и избыток товарных запасов.
- Контролирует логистические процессы на всех этапах транспортировки.

3. Бухгалтер–кассир:

- Осуществляет финансовые расчеты с клиентами (наличные и безналичные платежи).
- Ведет учет доходов и расходов, связанных с продажей товаров.
- Формирует финансовую отчетность по продажам.

4. Клиенты:

- Размещают заказы на товары.
- Производят оплату приобретенной продукции.
- Получают заказанные товары.
- Предоставляют обратную связь о качестве товаров и уровне обслуживания.

Выходные данные:

- Прибыль компании: Финансовый показатель, отражающий разницу между доходами от продаж (выручка) и расходами, понесенными на закупку товаров, их доставку, оплату труда сотрудников и другие операционные издержки.

Стрелки управления:

- Менеджер по продажам: Управляет взаимодействием с клиентами на всех этапах — от приема заказа до оформления документов.
- Менеджер–логист: Контролирует выполнение всех логистических операций, своевременно реагируя на изменения в заказах и складских остатках.
- Бухгалтер–кассир: Осуществляет контроль за правильностью проведения финансовых операций и соответствием финансовых отчетов установленным стандартам.

Контроль модели бизнес–процесса:

Контроль осуществляется с использованием следующих средств и документов:

- Форма накладной № ТОРГ–12: Документ первичного учета, используемый для оформления отгрузки товаров со склада. [3]
- Глава 30 части 2 Гражданского кодекса РФ: Регулирует договорные отношения между продавцом и покупателем, определяя права и обязанности сторон. [4]
- Глава 21 части 2 Налогового кодекса РФ: Определяет порядок исчисления и уплаты налога на добавленную стоимость (НДС) при реализации товаров. [5]

- Форма транспортной накладной № ТОРГ–13: Документ, подтверждающий факт перевозки груза и определяющий ответственность перевозчика. [6]
- Внутренние документы компании: Регламенты, инструкции и другие документы, устанавливающие правила организации и ведения бизнес–процессов внутри компании (например, политика возврата товаров, стандарты обслуживания клиентов и т.д.).

Выполним декомпозицию данной модели (рис. 2)

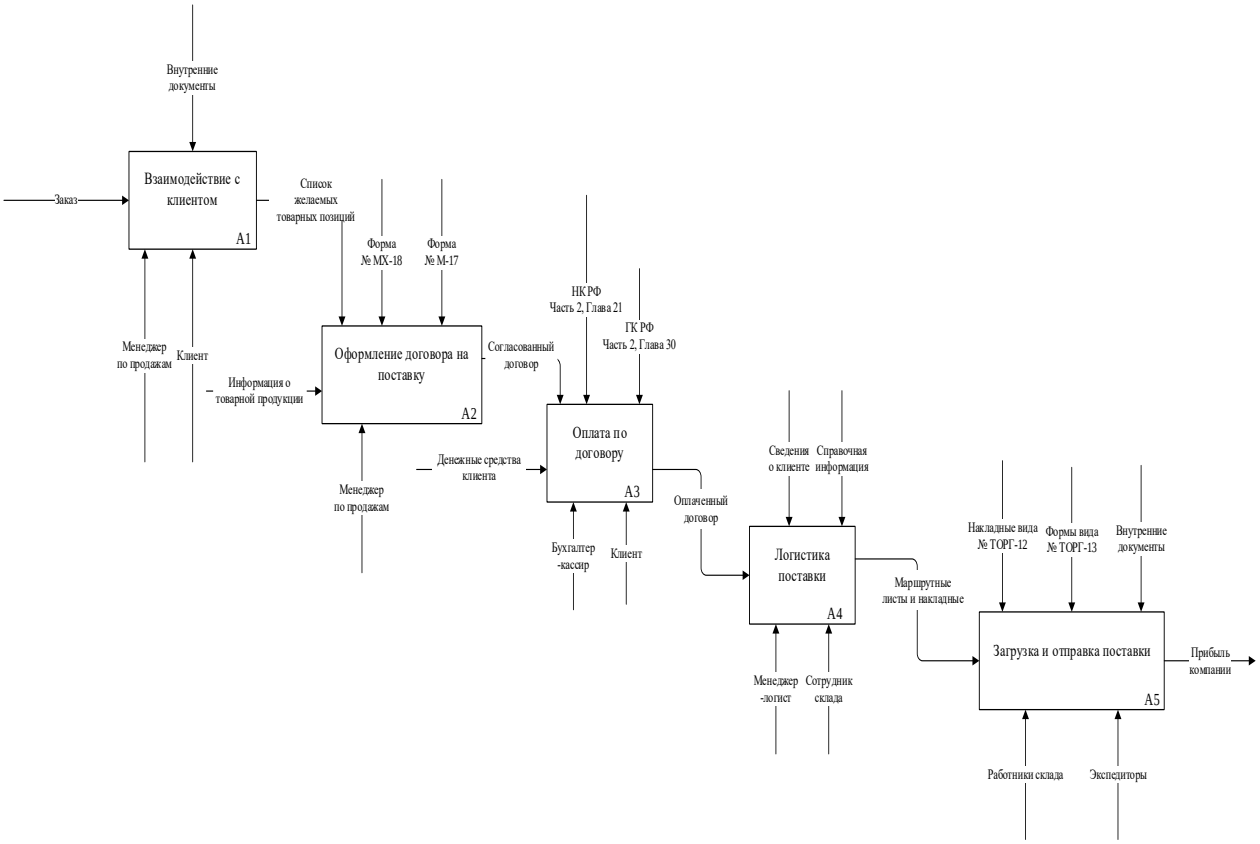


Рис. 2 – Декомпозиция основного бизнес–процесса

Бизнес–процесс продажи товарной продукции разбивается на:

1. Бизнес–процесс взаимодействия с клиентом.
2. Бизнес–процесс оформления договора на поставку.
3. Бизнес–процесс оплаты договора.
4. Бизнес–процесс обсчета логистики поставки.
5. Бизнес–процесс загрузки и отправки товара.

Анализ показал, что наиболее уязвимым является бизнес–процесс обсчета логистики поставки. Проведем его декомпозицию с применением нотации BPMN v.2.0. [4] (рис.3).

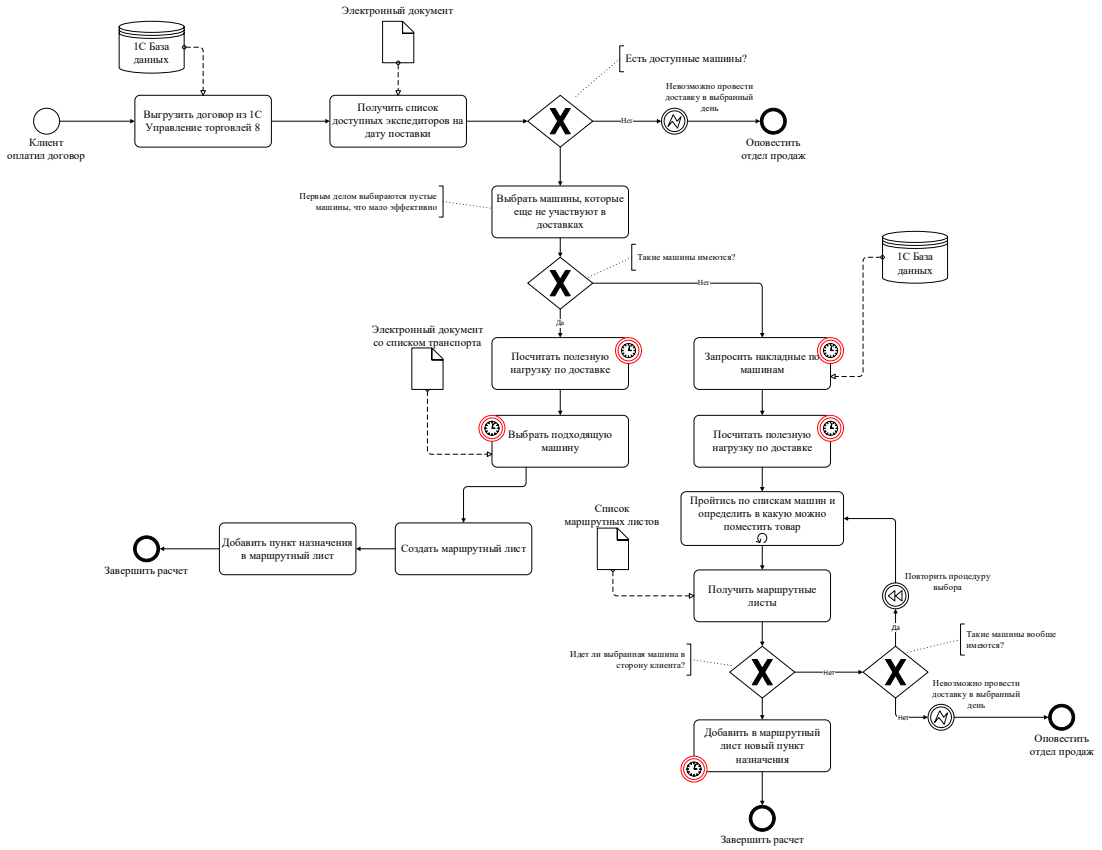


Рис. 3 – Модель бизнес–процесса обсчета логистики поставки

Как можно заметить, в бизнес–процессе присутствует большое количество ветвлений, которые помимо прочего требуют ручной обработки. Также, в действующем БП также присутствует большое количество ручных операций, что замедляет процесс его реализации, а кроме этого, повышает шанс совершить ошибку.

На основе имеющейся модели бизнес–процесса была построена диаграмма Исикавы, для визуализации всех основных уязвимых частей (рис. 4).



Рис. 4 – Диаграмма Исикавы для иллюстрации недостатков действующего БП

Таким образом, в общем бизнес–процессе реализации товарной продукции присутствует неэффективный подпроцесс, который может приводить к неэффективности всего процесса логистики.

На сегодняшний день наблюдаются четыре основные причины, которые связаны с проблемой неэффективной логистики:

1) частные сдвиги даты поставки;

2) полу–ручные операции при расчетах;

3) неэффективная загрузка пустых экспедиторов;

4) неэффективные маршрутные листы.

Внедрение информационной системы, способной эффективно планировать оптимальные маршруты и осуществлять мониторинг перевозок, позволит устранить данные недостатки, минимизировать транспортные издержки и повысить общую эффективность логистических операций.

При этом система должна решать две ключевые задачи:

1. Реализация транспортной задачи эффективного распределения готовой продукции по экспедируемым транспортным средствам.

2. Решение логистической задачи оптимального распределения маршрутов перемещения экспедируемого транспортного средства по физическим адресам контрагентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО «БЕЛПИК». Профиль организации [Электронный ресурс] // РБК Компании, URL: https://companies.rbc.ru/id/1223100005501–ooo–belpik/ (Дата обращения 01.01.2025)

2. Сотрудничество. Официальный ресурс организации [Электронный ресурс] // БЕЛПИК, URL: https://belpik.ru (Дата обращения 01.01.2025)

3. Форма накладной ТОРГ–12". Официальный сайт ФНС России. Доступно по адресу: https://www.nalog.gov.ru.

4. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть 2". Официальный интернет–портал правовой информации. Доступно по адресу: http://www.pravo.gov.ru.

5. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть 2". Официальный интернет–портал правовой информации. Доступно по адресу: http://www.pravo.gov.ru.

6. Форма транспортной накладной ТОРГ–13". Официальный сайт ФНС России. Доступно по адресу: https://www.nalog.gov.ru.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СУШКИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

Дюкарев Д.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Технологическая линия сушки керамического кирпича установлена на предприятии ООО «Объединение строительных материалов и бытовой техники». Рассмотрим технологический процесс производства кирпича. Основным видом сырья при производстве кирпича является глина. Также, для придания продукции необходимых прочностных характеристик используется песок, многозольные угли и шлаки. Схема производства [1] показана на рисунке 1. Глина хранится на складе, где она вылеживается для разложения остаточных солей. Далее следует процесс усреднения, при котором на партию кирпича сырье берется из различных куч глин. После глина перемещается ленточным транспортером на мешалку. После перемешивания вминатели формуют кирпичи. Далее кирпичи отправляются в сушило, где материал сушится в течение 48 часов. После чего производится обжиг продукции. На выходе получается готовый керамический кирпич.

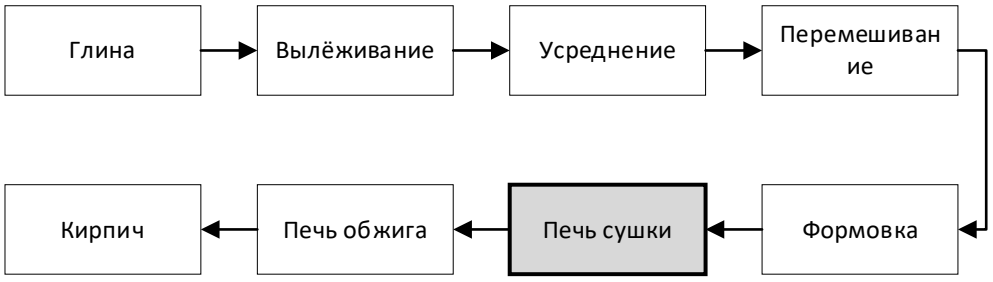


Рис. 16 – Технологическая схема производства кирпича

После смешивания в массе остается много влаги. Если исключить процесс сушки и сразу перейти к обжигу, то кирпич разрушится из–за слишком интенсивного и неравномерного испарения воды [2]. Поэтому процесс сушки необходим при производстве кирпича.

Сушка — это процесс постепенного испарения влаги из материала. Вода под действием температуры нагревается и интенсивнее испаряется. Так как процесс испарения длительный, то его ускорение одна из важнейших задач. Для ускорения сушки материал помещают в поток горячего воздуха.

Объектом автоматизации является туннельное сушило. Сушило состоит из 4 каналов. Кирпич передвигается в сушиле в противоход потоку теплого воздуха. Сушка происходит путем поддержания необходимой температуры. Воздух в сушило поступает со смесителя, в котором установлены 3 генератора горячего воздуха. Воздух в генераторе подогревается газовой горелкой. Из смесителя в сушило идет теплый воздух необходимой температуры.

После сушки кирпич отправляется в лабораторию. В лаборатории проводится анализ прочностных характеристик кирпича, содержания влаги и других параметров. После чего партия поступает на склад.

В настоящее время установлена система регулирования температуры смеси воздуха, поступающего в печь. Изменение температуры происходит путем изменения положения заслонки в горелке сжигания природного газа.

Кирпич поступает в каждый из 4 каналов сушила. Температура измеряется при помощи одной термопары, которая установлена в центральной части канала. Данная система не даёт

точной информации, о поддержании нужной температуры в различных участках сушильной печи.

Разрабатываемая система управления позволит контролировать температуру в каждом из каналов. Регулирование будет проводится по датчику, у которого самая низкая температура. Таким образом, исключается ситуация, при которой в одном из каналов недостаточная температура.

Для разработки системы управления была построена функциональная схема автоматического регулирования температуры. Система состоит из трех контуров. Контур по температуре сравнивает уставку и текущее значение температуры. После чего рассчитывается рассогласование по температуре, которое попадает на регулятор. Регулятор формирует задание по расходу газа, для контура регулирования расхода газа. Контур по расходу газа сравнивает задание и текущий расход, вычисляет рассогласование и формирует сигнал управления на исполнительный механизм МЭО, управляющий заслонкой на трубе подачи природного газа на горелку.

По текущему расходу газа вычисляется необходимое количество воздуха. На производстве при пусконаладочных работах сушильной печи проводились исследование по определению необходимого соотношения воздух/газ. По результатам этой работы данное соотношение было принято равным 12.

Исходя из данного соотношения и текущего расхода воздуха рассчитывается рассогласование по воздуху. Рассогласование по воздуху поступает на регулятор расхода воздуха. Регулятор формирует сигнал управления на преобразователь частоты напряжения, питающего привод вентилятора. Функциональная схема системы управления температурой приведена на рисунке 2.

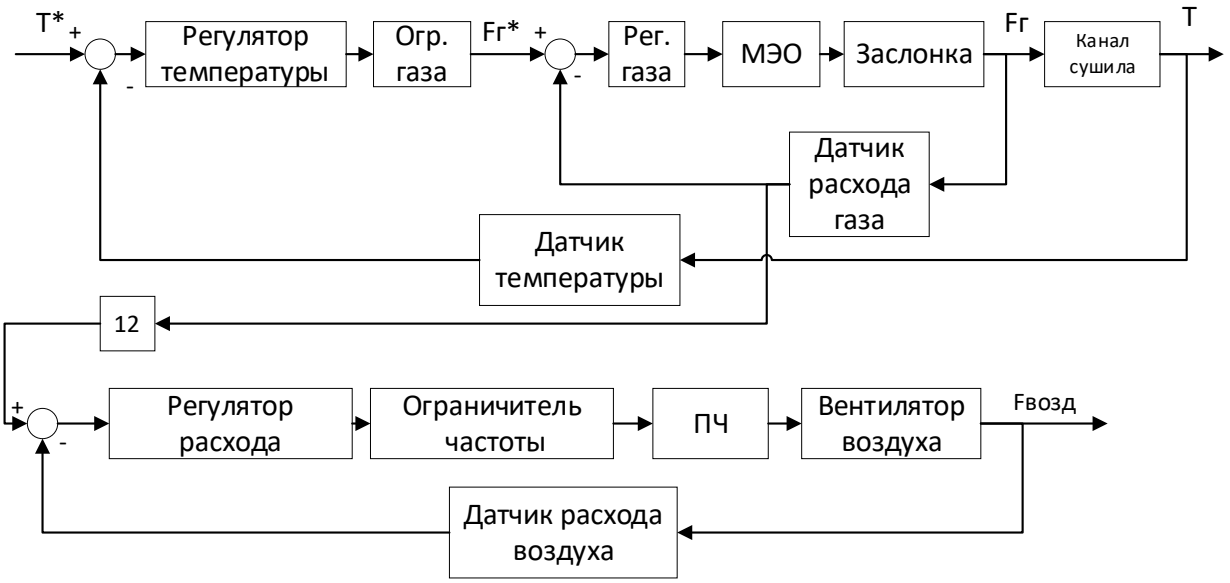


Рис. 2 – Функциональная схема системы управления температурой

Для настройки контура регулирования температуры была разработана математическая модель в среде Simulink Matlab. Многократное моделирования работы контура позволило подобрать оптимальные значения параметров ПИ–регуляторов. Моделировалась ситуация, близкая к рабочему процессу. Изначально в системе была введена уставка 45 °С. В момент времени 5 минут поступило задание увеличить температуру до 50 °С. Через 25 минут система вышла на новое задание. Далее в 35 минут поступило ступенчатое возмущающее воздействие. Данное воздействие система отработала и вернула температуру на заданное значение. Графики данного процесса приведены на рисунках 3 – 5.

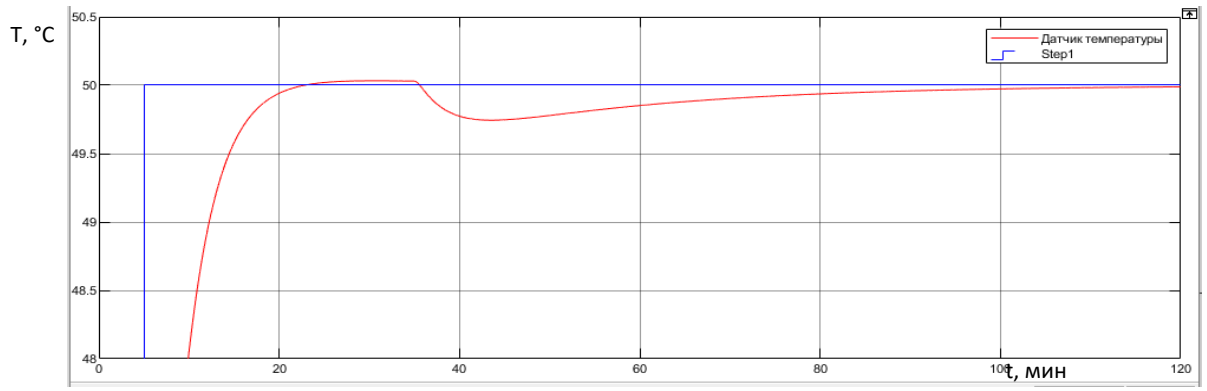


Рис. 3 – График изменения температуры в печи

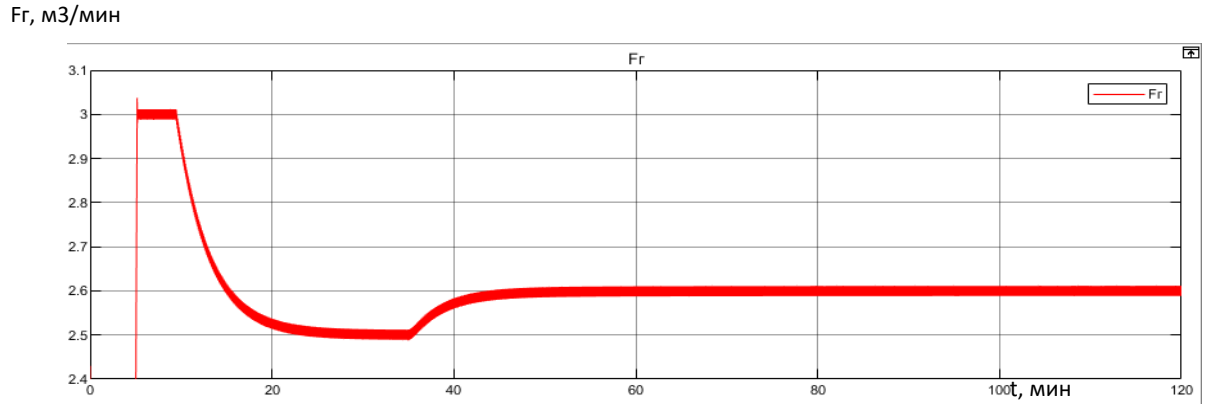


Рис. 4 – График изменения расхода газа

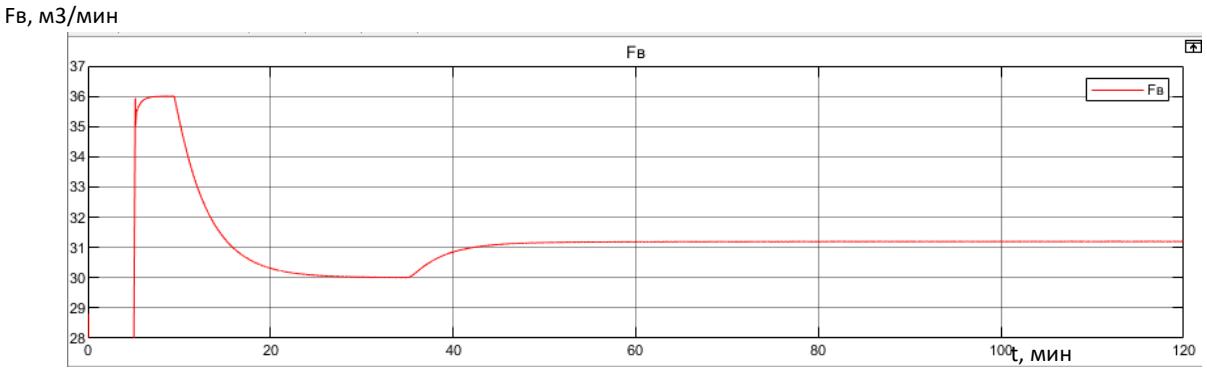


Рис. 5 – График изменения расхода воздуха

Таким образом, разрабатываемая система позволит повысить точность поддержания температуры во всех зонах сушильной печи. А также уменьшить удельный расход природного газа за счет более рационального использования теплого воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОСМиБТ изготавливаемая продукция. [Электронный ресурс]. – URL: http:www.osmbt.ru/prod/kirpich// (дата обращения: 01.04.2025).

2. Строительный портал: Заповеди сушки кирпича. [Электронный ресурс]. – URL: https:lobzikov.ru/news/zapoved–sushki–kirpicha–ne–povredi–734// (дата обращения: 01.04.2025).

РАЗРАБОТКА CRM-СИСТЕМЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ WINUI И NUGET

Дюсмекеев М.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

Современная строительная отрасль характеризуется высокой конкуренцией и сложностью управленческих процессов. Эффективное управление клиентскими взаимоотношениями (CRM) становится критически важным для успешного функционирования компаний. Основные вызовы включают координацию работы с заказчиками, контроль сроков и бюджета проектов, распределение ресурсов и управление задачами. Использование устаревших или фрагментарных инструментов приводит к задержкам, перерасходу ресурсов и снижению удовлетворенности клиентов. В этой связи разработка автоматизированной CRM-системы с применением современных технологий, таких как WinUI и NuGet, приобретает особую актуальность.

Целью данной работы является создание CRM-системы, которая обеспечивает удобство, прозрачность и эффективность управления клиентами, проектами и внутренними процессами строительной компании. Для достижения цели были решены задачи: анализ предметной области, разработка функциональной модели, проектирование базы данных, реализация интерфейса и тестирование системы. Объект исследования – процесс управления клиентами и проектами, предмет – методы и алгоритмы автоматизации CRM-процессов.

1. Анализ предметной области

Анализ предметной области начался с изучения бизнес-процессов строительной компании. Основные процессы включали регистрацию клиентов, планирование и контроль проектов, назначение задач сотрудникам, управление заказами, финансами и складскими запасами. Были выявлены ключевые потребности пользователей: быстрый доступ к информации, автоматизация рутинных операций, снижение вероятности ошибок и интеграция с внешними системами.

Функциональные требования к CRM-системе включали:

- Ведение базы данных клиентов с возможностью добавления, редактирования и удаления записей;
- Управление проектами с учетом сроков, бюджета и статуса;
- Отслеживание выполнения задач и генерация отчетов;
- Интеграцию с бухгалтерскими программами и сервисами аналитики.

Для исследования конкурентной среды были изучены существующие CRM-системы, такие как Salesforce и Bitrix24, а также специализированные решения для строительства. Анализ показал, что большинство систем не адаптированы под специфику строительных процессов, что подчеркивает необходимость разработки кастомизированного решения.

В качестве инструментов разработки выбраны: язык программирования C# (из-за его интеграции с .NET и мощной экосистемы), СУБД Microsoft SQL Server (для надежного хранения данных), среда Visual Studio (для удобной разработки), фреймворк WinUI (для современного интерфейса) и менеджер пакетов NuGet (для расширения функционала). Эти технологии обеспечивают высокую производительность, масштабируемость и удобство интеграции.

2. Проектирование системы

Проектирование CRM-системы включало создание моделей данных, поведенческих диаграмм и прототипов интерфейса. Основные этапы:

Моделирование данных. Были определены ключевые сущности: «Клиенты», «Проекты», «Задачи», «Заказы», «Финансы» и «Склад». Их взаимосвязи описаны с помощью

ER-диаграммы (Рис. 1), которая показывает, как таблицы связаны через первичные и внешние ключи.

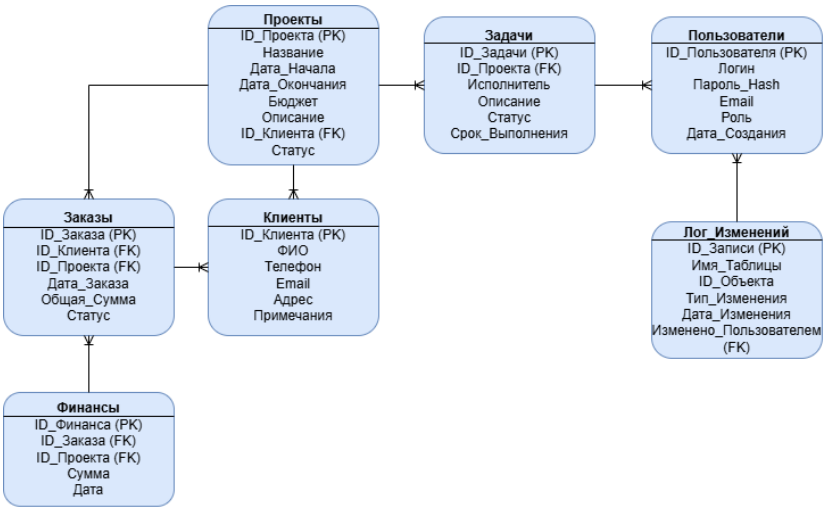


Рис. 1 – ER-диаграмма базы данных

Прототипы интерфейса. Интерфейс разрабатывался с использованием WinUI, что обеспечило современный дизайн и адаптивность. Прототипы включали формы авторизации, управления проектами, задачами и клиентами (Рис. 3).

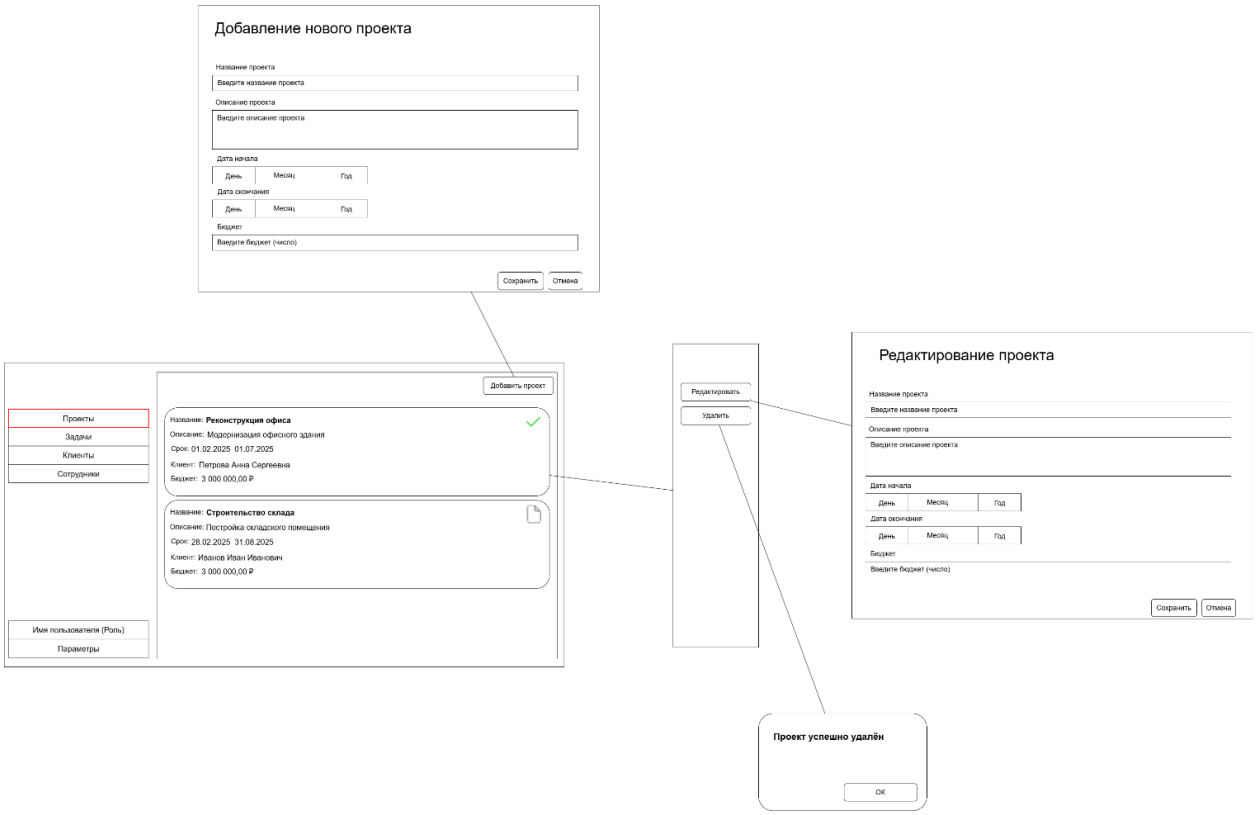


Рис. 2 – Прототип формы управления проектами

3. Разработка и реализация

Разработка системы осуществлялась в среде Visual Studio 2022 с использованием C# и WinUI 3. WinUI предоставил инструменты для создания адаптивного и стильного интерфейса, совместимого с Windows 11. NuGet использовался для подключения библиотек, таких как Entity Framework для работы с базой данных и отчетных инструментов.

3.1. База данных. База данных реализована в Microsoft SQL Server. Были созданы таблицы «Clients», «Projects», «Tasks», «Orders», «Finance» и «Temp_ChangesLog» для логирования изменений. Каждая таблица включает поля для хранения ключевой информации: идентификаторы, даты, статусы, суммы и т.д. (Рис. 4).

Column Name	Data Type	Allow Nulls
ProjectID	int	☐
Name	nvarchar(150)	☐
StartDate	datetime	☐
EndDate	datetime	☑
Budget	decimal(18, 2)	☐
Description	nvarchar(500)	☑
ClientID	int	☑
Status	nvarchar(50)	☑

Рис. 3 – Таблица «Projects» в режиме конструктора

Для автоматизации процессов разработаны триггеры (например, для обновления статуса проекта при завершении задач), представления (для сводной отчетности) и хранимые процедуры (для добавления заказов и анализа данных).

3.2. Интерфейс. Пользовательский интерфейс включает 8 форм: авторизация, управление проектами, задачами, клиентами, сотрудниками, заказами и отчетами. Каждая форма адаптирована для удобной навигации и быстрого доступа к данным (Рис. 5).

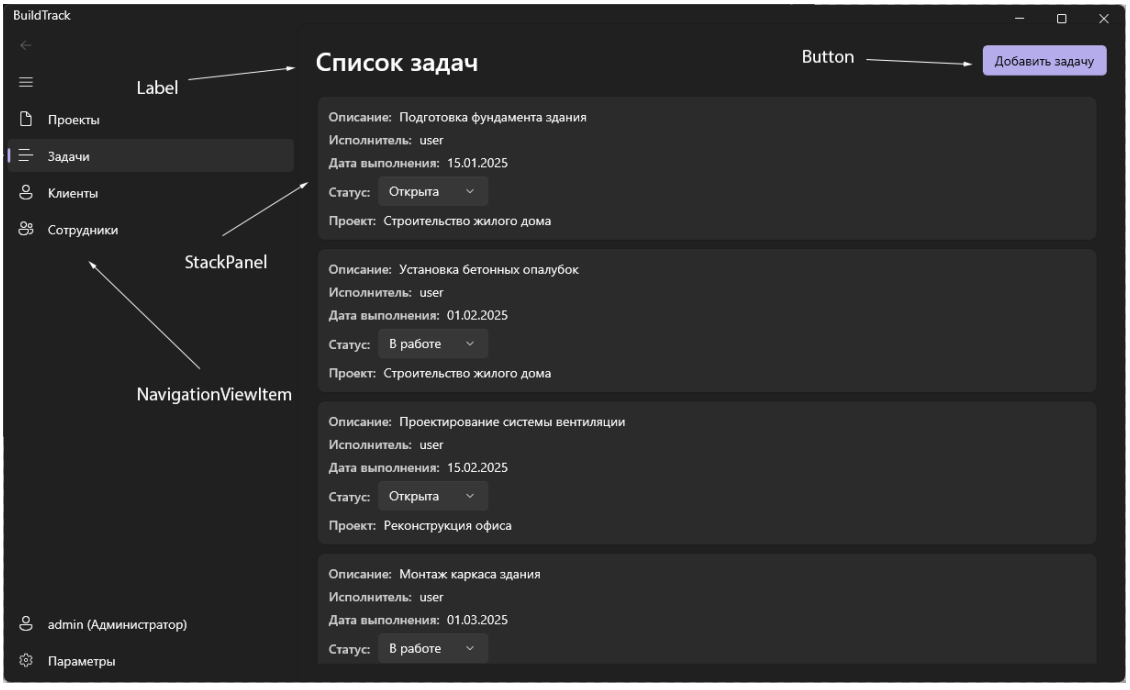


Рис. 4 – Форма управления задачами

4. Тестирование и обеспечение безопасности

Тестирование системы проводилось в несколько этапов: функциональное тестирование (проверка добавления клиентов и проектов), нагрузочное тестирование (оценка производительности при большом объеме данных) и безопасность (проверка защиты от SQL-инъекций).

Для обеспечения информационной безопасности реализованы:

- Аутентификация и авторизация с использованием ролей (администратор, менеджер, сотрудник);
- Хеширование паролей с алгоритмом SHA-256 и добавлением «соли» для защиты данных;
- Резервное копирование базы данных с регулярным расписанием.

5. Результаты и выводы

Разработанная CRM-система позволяет автоматизировать ключевые процессы строительной компании: управление клиентами, проектами, задачами, заказами и финансами. Система повышает прозрачность, снижает операционные издержки и улучшает взаимодействие с клиентами. Интерфейс на WinUI обеспечивает удобство использования, а интеграция с NuGet расширяет функционал.

Преимущества системы: высокая производительность, масштабируемость, безопасность данных и адаптивный дизайн. Недостатки: высокие требования к ресурсам и сложность интеграции с устаревшими системами.

Перспективы дальнейших исследований включают добавление модулей искусственного интеллекта для прогнозирования сроков проектов, интеграцию с облачными сервисами и расширение аналитически

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смит Дж. "Современная разработка программного обеспечения с использованием WinUI и .NET". Журнал программной инженерии, 2022.
2. Джонсон А. "Проектирование баз данных и безопасность для бизнес-приложений". Издательство IT, 2021.
3. Браун Т. "Автоматизация в управлении строительством". Обзор технологий строительства, 2023.
4. Петров П.П. "Информационные системы в строительной отрасли: Тренды и технологии". Москва: Национальный исследовательский университет, 2020.
5. Иванова Е.С. "Разработка пользовательских интерфейсов с применением WinUI". Сборник научных трудов по информационным технологиям, 2021, с. 45-52.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРА ПОТОКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ Р–5

Емельянов И.А., студент
Научный руководитель – к.т.н. **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В современной промышленности, несмотря на широкое использование разработок в области адаптивного и оптимального управления, основным методом регулирования технологических процессов остаются ПИД, ПИ и П регуляторы (рис. 1). Однако эти системы управления, хоть и эффективны, не учитывают нелинейность объектов управления, что приводит к ухудшению качества регулирования и увеличению времени и затрат на производство продукции.

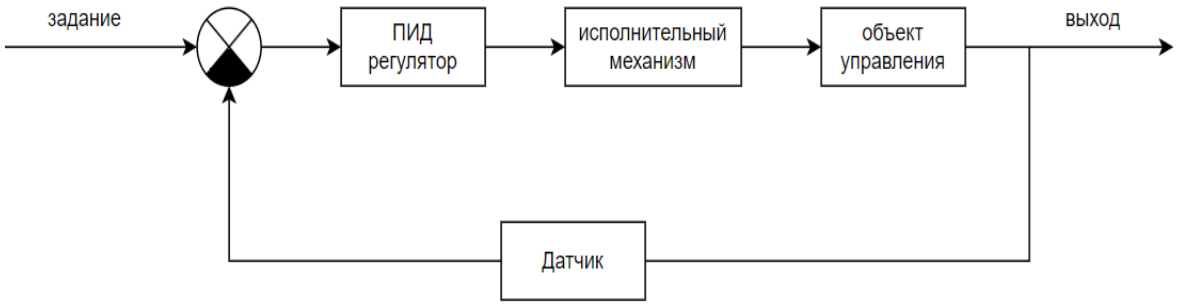


Рис. 1 – Схема управления на основе ПИД регулятора

В связи с этим проводятся активные исследования по модернизации существующей схемы управления, особенно в области регулирования. Разрабатываются адаптивные схемы управления, которые используют как классические, так и интеллектуальные методы, а также схемы, где в качестве регулятора применяется интеллектуальная система, например, нейронная сеть или нечеткая логика.

В данной статье предлагается рассмотреть возможность создания адаптивного настройщика параметров ПИ–регулятора с использованием методов нечеткой логики [1–4].

Настройка ПИД–регулятора на основе нечеткой логики обладает несколькими преимуществами:

– Автоматическая адаптация к изменяющимся условиям системы. Нечеткий ПИД–регулятор способен самостоятельно корректировать параметры регулирования в зависимости от входных данных и реакции объекта управления.

– Благодаря использованию нечеткой логики, регулятор способен эффективно управлять системой даже при наличии шумов и погрешностей в измерениях.

– Более гладкое и стабильное управление. Нечеткий ПИД–регулятор способен предотвращать перепады и колебания в работе системы, обеспечивая плавное и точное управление процессом.

– В отличие от классических методов настройки ПИД–регулятора, нечеткий подход позволяет устанавливать параметры регулирования на основе знаний и опыта экспертов, что делает процесс настройки более прозрачным и интуитивным.

– Нечеткий ПИД–регулятор способен приспосабливаться к различным условиям и требованиям системы, обеспечивая оптимальное управление в различных ситуациях.

Реализация данного метода будет производиться в среде Matlab. Ниже представлена схема регулятора на основе нечеткой логики. (рис. 2)

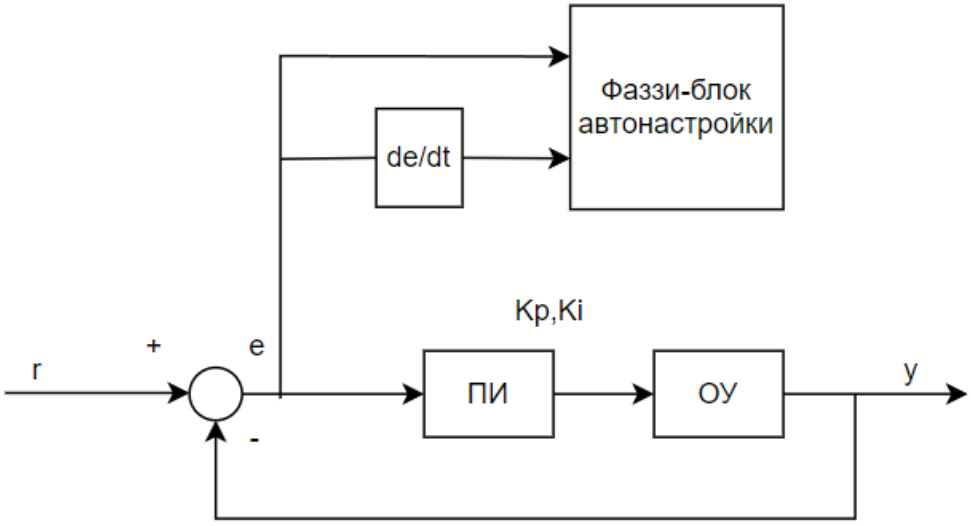


Рис. 2 – Система управления с адаптацией параметров регулятора на базе нечеткой логики

В данной статье объектом управления будет являться электропривод машины разрывной Р–5[1]. Машина оснащена электродвигателем 1LE1001–1AB4 со следующими характеристиками:

Таблица 1 – параметры электродвигателя 1LE1001–1AB4

Название		Значение
Мощность, кВт		2,2
Напряжение, В		400
Частота, Гц		50
Скорость вращения поля статора, об/мин		1500
Номинальная частота вращения, об/мин		1455
Номинальный крутящий момент		14
КПД при загрузке, %	100%	84,3
	75%	85,1
	50%	84,2
Номинальный ток, А		4,65
Номинальный коэффициент мощности		0,81
Относительный пусковой момент		2,1
Относительный пусковой ток		6,9
Относительный критический момент		3,3
Момент инерции, кг·м2		0,0086

Посчитанные данные для дальнейшей работы:

$$U_{DC} = 1{,}35 \cdot U_C \quad (1)$$

$$U_{DC} = 1{,}35 \cdot 400 = 540$$

$$U_{DC} = 540\,B$$

$$\Phi_н = \sqrt{2} \cdot I_0 \cdot L_{mn} \quad (2)$$

$$\Phi_н = \sqrt{2} \cdot 4.65 \cdot 0.246 = 0.964$$

$$\Phi_0 = 0.964\,Вб$$

Расчёт П и И составляющих:

$$k_{П\omega} = \frac{J_{\Sigma} \cdot (L_2 + L_{тн})}{3 \cdot p \cdot L_{тн} \cdot T_{КС}} \quad (3)$$

$$k_{П\omega} = \frac{0,0086 \cdot (0,014 + 0,246)}{3 \cdot 2 \cdot 0,246 \cdot 0,00214} = 0,708$$

$$k_{П\omega} = 0,708 \frac{кг \cdot м^2}{с}$$

$$k_{И\omega} = \frac{J_{\Sigma} \cdot (L_2 + L_{тн})}{12 \cdot p \cdot L_{тн} \cdot T_{КС}^{\ 2}} \quad (4)$$

$$k_{И\omega} = \frac{0,0086 \cdot (0,014 + 0,246)}{12 \cdot 2 \cdot 0,246 \cdot 0,00214^2} = 82,711$$

$$k_{И\omega} = 82,711 \frac{кг \cdot м^2}{с^2}$$

Модель системы в MatLab:

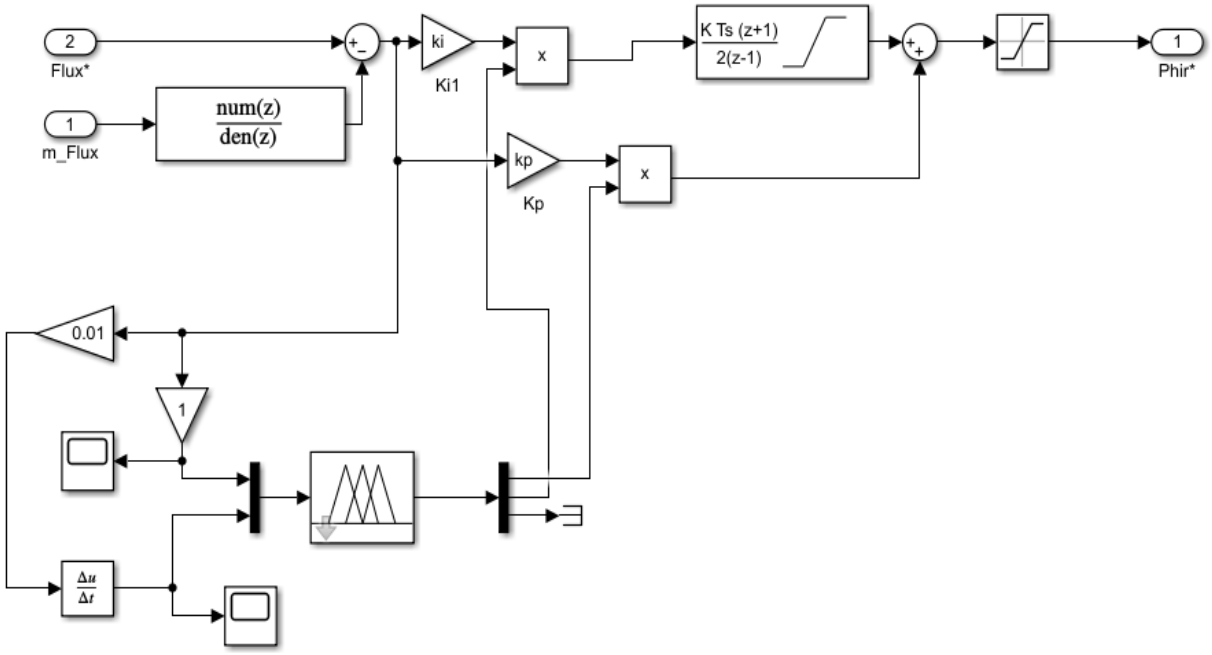


Рис. 3 – Система управления с использованием нечеткого регулятора

Результат моделирования представлен на рисунке 4.

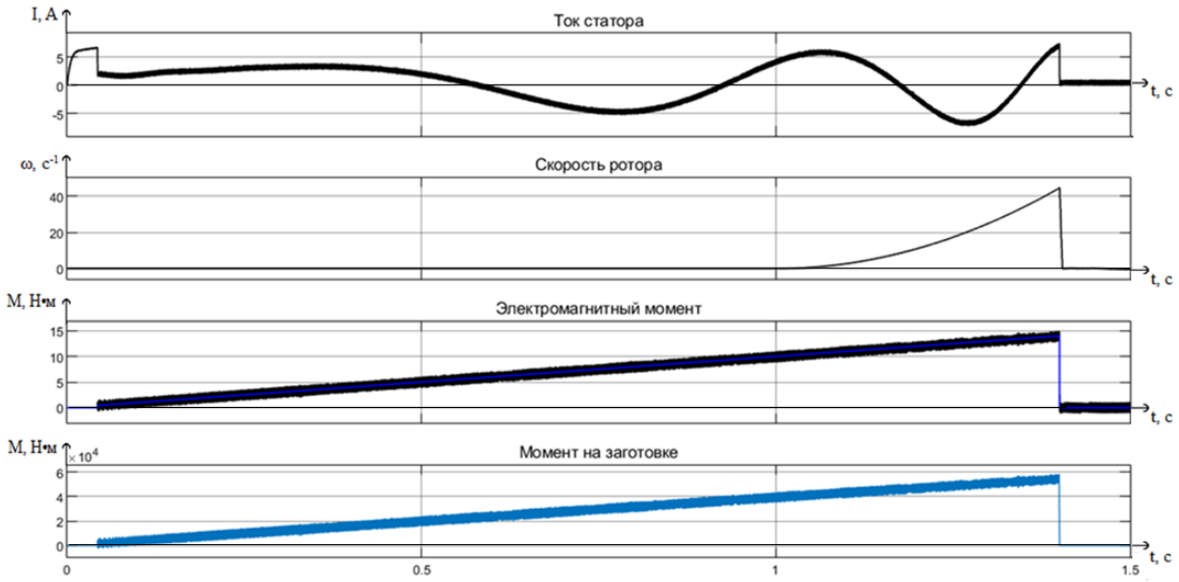


Рис. 4 – Результаты моделирования

По результатам моделирования, которые представлены на рисунке 4, видно, что модель электропривода с управлением на основе нечеткого регулятора полностью повторяет структуру рабочего процесса технологического объекта, что говорит об эффективности использования данной системы [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт машины разрывной Р5 2.773.035–01 ПС [Электронный ресурс]. – URL: https://www.tochpribor–kb.ru/pdf/P–5.pdf (дата обращения: 20.10.2024).

2. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов / А.С. Анучин. – Вологда: Инфра–Инженерия, 2015. – 373 с. Текст: непосредственный.

3. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: Учебник для студ. вузов / Под ред. В.М. Терехова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 5. Донской Н.В., Кириллов А.А., Купчан Я.М. и др. Комплектные системы управления электроприводами тяжёлых металлорежущих станков / Под ред. А.Д. Поздеева. М.: Энергия, 1980. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.toroid.ru/terehovVM.html (дата обращения: 02.11.2024).

4. Демидова Г.Л., Лукичев Д.В., Кузин А.Ю. Особенности применения нечетких регуляторов на примере управления скоростью электродвигателя постоянного тока // Научно–технический вестник информационных технологий, механики и оптики – 2016. – Т. 16. – № Том 16, Номер 5. – С. 872–878. [Электронный ресурс]. – URL: https://books.ifmo.ru/file/pdf/2231.pdf (дата обращения: 29.10.2024).

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ САМОСВАЛА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ВЫПУСКЕ НА ЛИНИЮ

Епифанов Н.А., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Ковтун Н.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

На горно–обогатительном комбинате тяжелая техника играет ключевую роль в обеспечении всех этапов производственного процесса, начиная с добычи и заканчивая транспортировкой горной массы. Ежегодно предприятия вкладывают значительные средства в эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт самосвалов. Постоянный контроль и технические осмотры карьерных самосвалов позволяют своевременно выявлять неисправности, предотвращая серьезные поломки. Одним из ключевых этапов обеспечения безопасности и бесперебойной работы является предрейсовый осмотр самосвалов. Основная цель осмотра — выявить возможные неисправности, способные повлиять на безопасность и работоспособность техники, и предотвратить эксплуатацию самосвала в случае обнаружения серьезных поломок.

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма предрейсового осмотра в нотации IDEF0 [1]. В качестве входной информации используется информация о самосвале, а результатом становятся заявка на ремонт (в случае выявления неисправностей) и отчет об осмотре. Осмотр выполняется водителем на основании должностных инструкций, руководства по эксплуатации и ремонту [3–5], результат осмотра передается мастеру и диспетчеру через устройства оповещения (рация) и в SAP ERP, которая используется для фиксации результатов осмотра и возможных неисправностей.

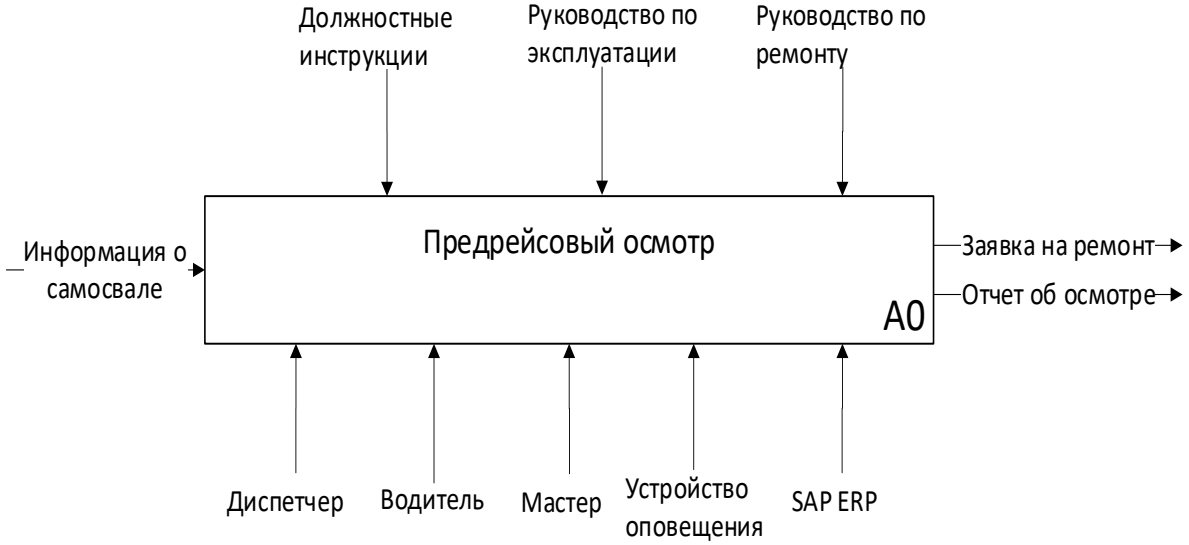


Рис. 17 – Контекстная диаграмма предрейсового осмотра самосвала

На рисунке 2 представлена декомпозиция бизнес–процесса предрейсового осмотра самосвала. Процесс начинается с назначения самосвала. Диспетчер определяет, какую единицу техники будет использовать водитель в текущей смене, исходя из её технического состояния и графика эксплуатации. Далее водитель приступает к предрейсовому осмотру, в ходе которого проверяет основные узлы и элементы машины, фиксируя выявленные неисправности и отклонения от нормы согласно руководству по эксплуатации [3]. После завершения осмотра информация о состоянии самосвала передается диспетчеру по рации. Диспетчер, в свою очередь, передает акт с результатами осмотра мастеру. Мастер проводит диагностику состояния и направляет её результат обратно диспетчеру. Завершающим этапом является

внесение данных в корпоративную информационную систему SAP ERP и принятие решения о допуске самосвала к эксплуатации. При обнаружении неисправностей диспетчер формирует заявку на ремонт, после чего техника направляется в ремонтную зону.

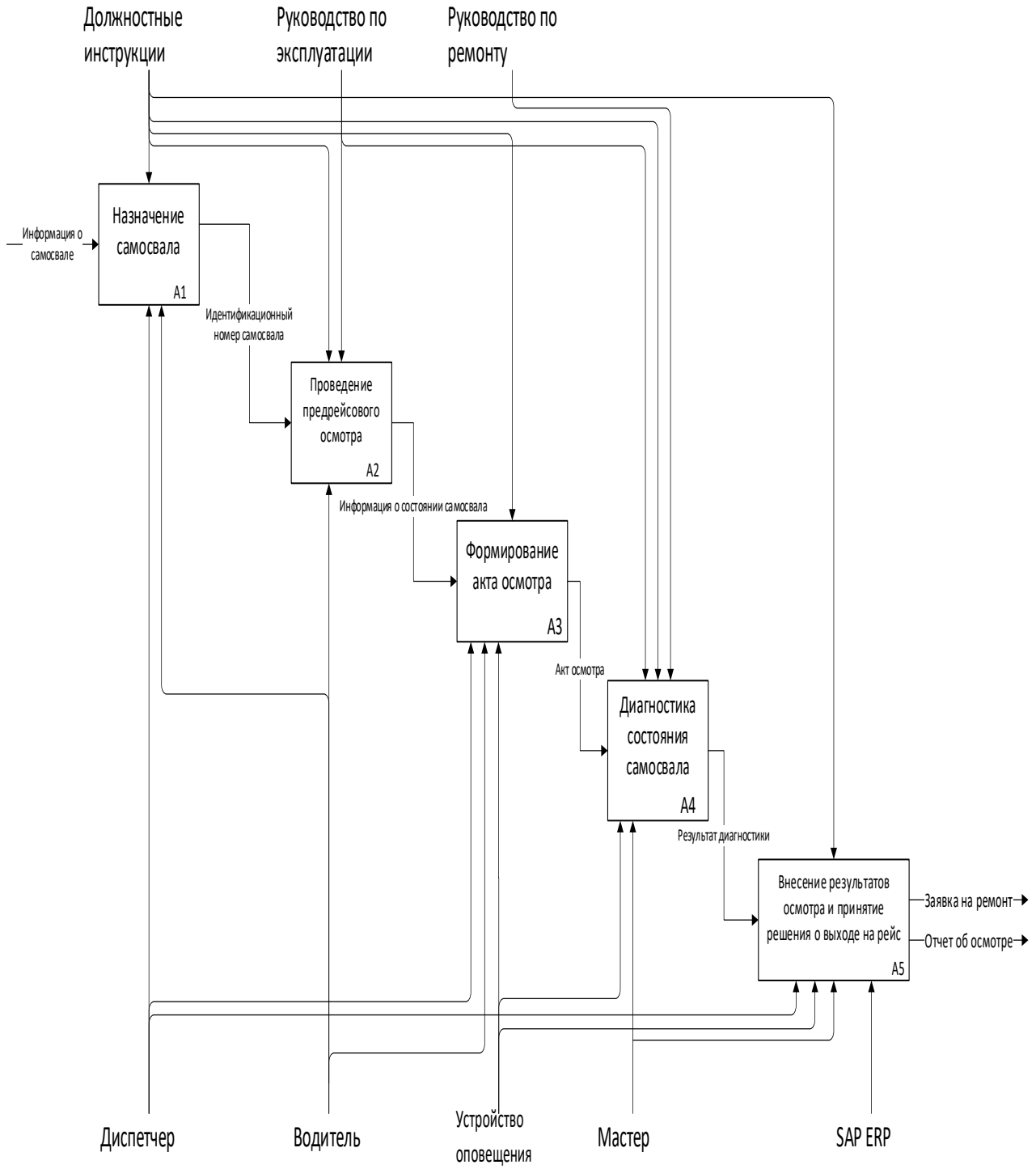


Рис. 18 – Диаграмма декомпозиции предрейсового осмотра

В существующем процессе предрейсового осмотра самосвалов можно выделить несколько недостатков:

1. Информация о состоянии самосвалов, заявках и ремонтах передается по рации от водителя к диспетчеру, от диспетчера к мастеру и обратно. Этот способ коммуникации снижает оперативность и приводит к ошибкам, неточностям при передаче данных.
2. Нагрузка на диспетчера, выполняющего сразу несколько задач, часто ведет к замедлению обработки информации и может привести к ошибкам.

3. Задержки в передаче информации от диспетчера к водителю и мастеру усложняют процесс принятия решений и снижают эффективность ремонтного процесса.

Эти недостатки указывают на необходимость разработки информационной системы, которая могла бы автоматизировать процессы передачи и обработки информации, связанной с результатами предрейсового осмотра, оценкой технического состояния самосвала, принятием решения о необходимости ремонта и заявками на ремонт. Такая система позволит оптимизировать взаимодействие между участниками, а также сократить время простоя.

Для обеспечения возможности принятия решений информационной системой в зависимости от технического состояния самосвала необходимо разработать структурированный чек–лист элементов, подлежащих предрейсовому осмотру, а также формализовать правила, позволяющие однозначно интерпретировать результаты осмотра. Это позволит уйти от ручного заполнения актов, исключить субъективность в оценке состояния техники и обеспечить единый, стандартизированный подход к фиксации неисправностей.

В рамках формализации таких правил необходимо также определить типы возможных неисправностей и соответствующие им действия. В разрабатываемой системе выделяются три категории неисправностей, различающиеся по степени критичности и требуемым мерам реагирования:

1. Плановая неисправность. Данная неисправность не требует срочного ремонта, информация о ней передается диспетчерам, которые заносят её в SAP, чтобы данная неисправность учитывалась в дальнейших плановых ремонтах.
2. Срочная неисправность. Данную неисправность требуется отремонтировать на месте. После успешного ремонта разрешается выйти на линию.
3. Критичная неисправность. Данная неисправность может быть отремонтирована только в ремонтной зоне. В случае её обнаружения самосвал отправляют на ремонт, а водителю выдают новый самосвал.

Все ситуации, которые могут возникнуть после завершения осмотра представлены на рисунке 3.

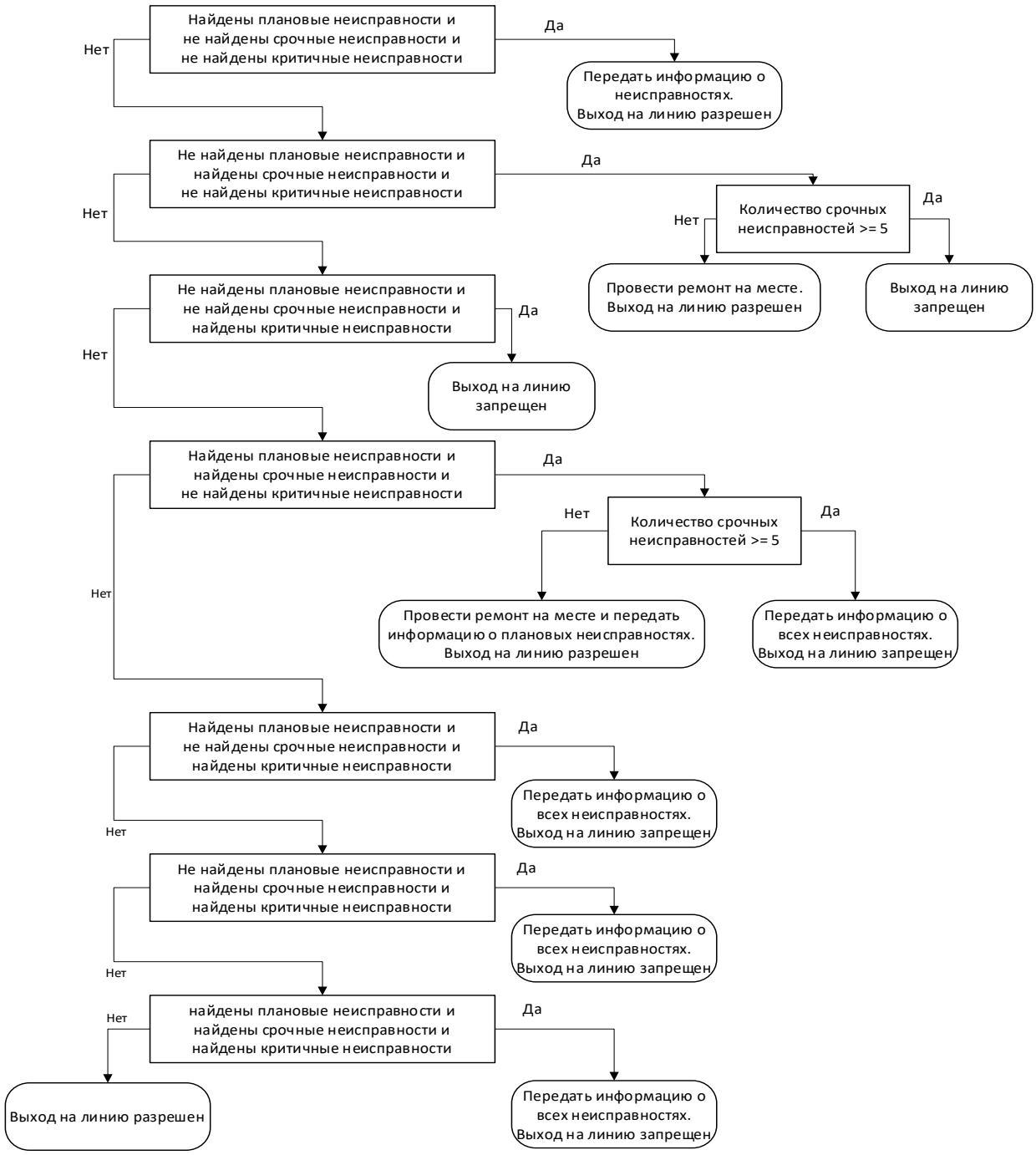


Рис. 19 – Ситуации после пройденного осмотра

Ограничение количества допустимых неисправностей основано на расчетах: при устранении 4 неисправностей с максимальным временем ремонта из всего чек–листа суммарные затраты времени составляют 1 час 20 минут. Такой срок приемлем для оперативного ремонта на месте и не нарушает производственный график. Однако при превышении этого количества общее время ремонта выходит за допустимые пределы, что делает экономически невыгодным продолжение ремонта на месте. Оптимальным решением будет заменить самосвал на исправный, а текущий отправить в ремонтную зону.

На основе этого ограничения можно задать каждой неисправности свой балл критичности. Для плановой неисправности он составит 0, так как она не требует ремонта. Для срочной неисправности балл составит 1, таким образом можно будет подсчитать общее количество неисправностей. Для критичной неисправности требуется указать балл больше 4, таким образом автоматически будет выполняться ограничение количества допустимых неисправностей.

На основе приведенных данных был разработан алгоритм оценки состояния самосвала (рис. 4).

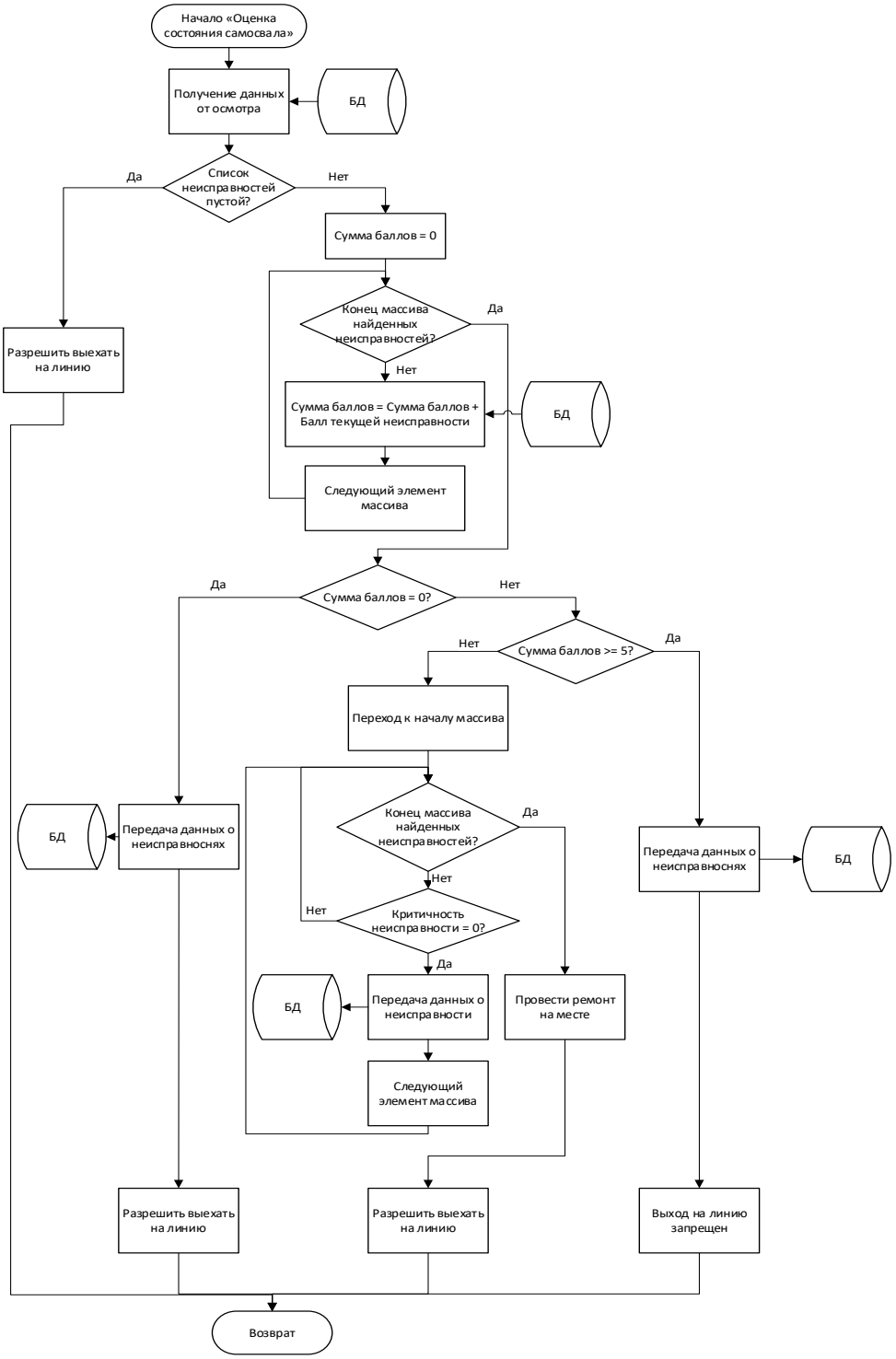


Рис. 20 – Алгоритм работы оценки состояния самосвала

Модуль оценки состояния самосвала начинается с получения данных от пройденного предрейсового осмотра. На первом этапе система проверяет наличие неисправностей, выявленных в ходе осмотра. Если неисправности отсутствуют, то для водителя откроется окно, в котором будет вывод результата, выход на линию разрешен.

В случае обнаружения неисправностей запускается процедура их анализа. Для неисправностей последовательно вычисляется суммарный балл критичности. Далее алгоритм переходит к этапу принятия решений на основе полученной суммы баллов.

Если сумма равна нулю, что указывает на отсутствие срочных или критических неисправностей, система разрешает выход на линию, параллельно передавая информацию о плановых неисправностях в базу данных для учета в плановом ремонте.

При сумме баллов менее пяти выводится предписание о проведении ремонта на месте с последующим выходом на линию. Но также если есть плановые неисправности, то они передаются в базу данных.

Если сумма баллов достигает или превышает пять, что свидетельствует о критическом состоянии техники, выход на линию блокируется, а самосвал направляется в ремонтную зону.

Завершение работы сопровождается фиксацией итогового результата в системе и его отображением.

Разработанный алгоритм оценки состояния самосвала для предрейсового осмотра представляет собой систематизированный подход к формализации процесса принятия решений, направленный на минимизацию человеческого фактора и повышение эффективности работы. Алгоритм основан на четких критериях, включающих баллы критичности неисправностей и их суммарное влияние на эксплуатационную пригодность техники.

Внедрение данного алгоритма в информационную систему позволит:

– сократить время передачи и обработки информации за счет автоматизации;

– снизить нагрузку на диспетчеров и исключить ошибки, связанные с передачей информации;

– оптимизировать процесс принятия решений о необходимости ремонта, что приведет к уменьшению времени простоя самосвалов;

– упростить работу мастеров за счёт централизованного доступа к результатам осмотра, актуальной информации о состоянии техники и встроенных алгоритмов принятия решений;

– повысить безопасность эксплуатации техники за счет своевременного выявления критических неисправностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методология функционального моделирования IDEF0: руководящий документ / Госстандарт России. — Официальное издание. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001.

2. Карьерные самосвалы серии БЕЛАЗ–7531: БЕЛАЗ–75310, БЕЛАЗ–75311, БЕЛАЗ–75312, БЕЛАЗ–75313, БЕЛАЗ–75315, БЕЛАЗ–75318, БЕЛАЗ–7531С: руководство по ремонту. ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ–ХОЛДИНГ». Жодино, Республика Беларусь: 2019 – 204 с.

3. Карьерный самосвал БЕЛАЗ–7547 и его модификации: руководство по эксплуатации. РУПП «БЕЛОРУССКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ЗАВОД». Жодино, Республика Беларусь: 276 с.

4. Герике, Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов: Учеб. пособие. – В 2–х ч. Ч. 1: Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов / Кузб. гос. техн. ун–т. – Кемерово, 1999 – 188с.

5. Воронов Ю. Е., Буянкин А. В. Комплексная оценка и прогнозирование показателей эксплуатации карьерных автосамосвалов. // Вестник КузГТУ. – 2003

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА ЦЕХА ВЫБОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ АО «КХПС»

Качегин Д.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Проектирование производственного оборудования с интеграцией автоматизации и повышением энергоэффективности представляет собой значимую задачу в современной промышленности. Ярким примером актуальности этой проблемы служит ситуация на АО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский», где эксплуатация устаревших неавтоматизированных систем приводит к неоптимальному расходованию трудовых ресурсов.

Целью научного проекта является создание автоматизированной системы привода подъемного механизма на базе российского асинхронного двигателя переменного тока с частотным регулированием, направленной на модернизацию производственных процессов.

Чтобы достичь указанной цели, были сформулированы следующие задачи:

1. Проведение аудита технических характеристик существующей системы управления.
2. Подбор отечественных электродвигателей, отвечающих требованиям энергосбережения и ремонтопригодности.

Объект исследования — производственные линии цеха выбоя и реализации АО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский».

Предмет исследования — проектирование автоматизированной системы управления электроприводом подъемного механизма.

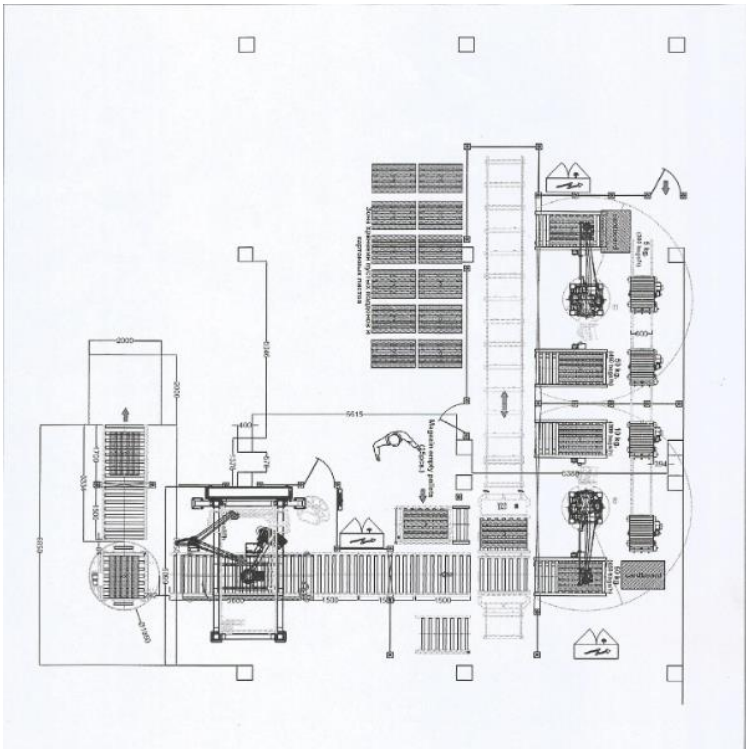


Рис. 1 – Схема цеха выбоя и реализации

Для осуществления подъема в цехе выбоя и реализации планируется применение асинхронного двигателя МЭЗ АИР90L2.:



Рис. 2 – Двигатель МЭЗ АИР90L2

Таблица 1 – Параметры двигателя МЭЗ АИР90L2

Параметр	Значение
Мощность, кВт	3
Напряжение, В	380
Количество фаз	3
Количество пар полюсов	1
Номинальный ток обмотки статора, А	7
Частота сети, Гц	50
Максимальная частота вращения, об/мин	3000
Номинальная частота вращения, об/мин	2905
Номинальный момент сил $M_н$, Н · м	9.9
Красность относительного максимального момента, $M_{макс}$	3.3
Красность относительного пуского момента, $M_{пуск}$	2.3
Красность относительного пуского тока, $I_{пуск}$	7
cos φ при 100% нагрузке	0.84
cos φ при 75% нагрузке	0.772
КПД при 100% нагрузке	0.846
КПД при 75% нагрузке	0.855
Момент инерции, кг м^2	0.0045
Класс нагревостойкости	F
Масса, кг	20±1

Для анализа соответствия эксплуатационных характеристик (пусковой ток, скорость вращения, момент нагрузки) асинхронного двигателя МЭЗ АИР90L2 его паспортным номинальным значениям будет проведено моделирование режима прямого пуска в среде MatLab Simulink.

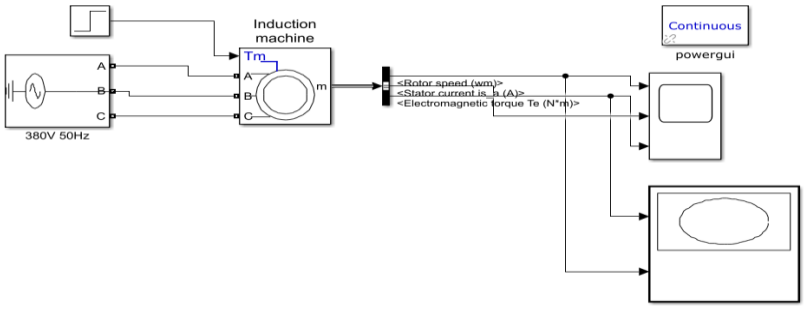


Рис. 3 – Модель прямого пуска асинхронного электродвигателя МЭЗ АИР90L2.

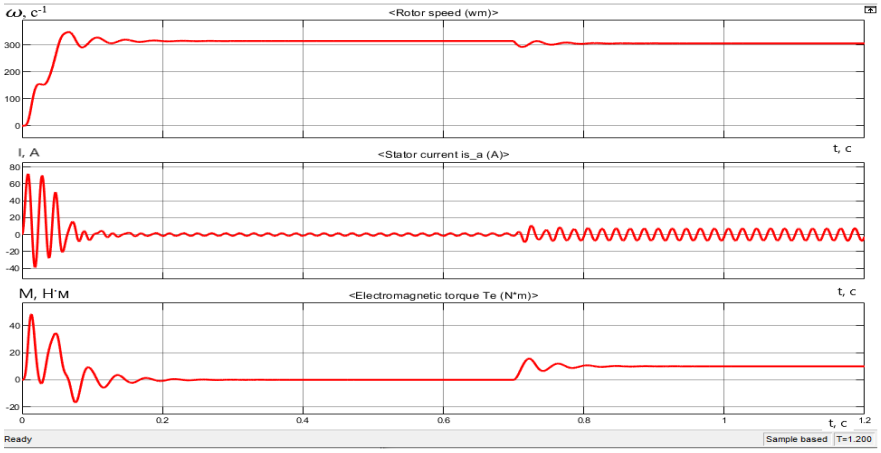


Рис. 4 – Результат моделирования прямого пуска асинхронного электродвигателя МЭЗ АИР90L2.

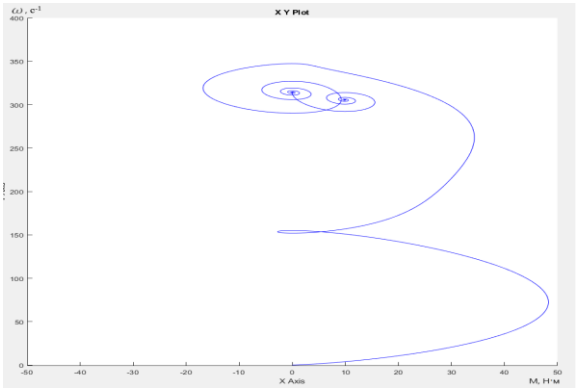


Рис. 5 – Динамическая механическая характеристика МЭЗ АИР90L2.

Исходя из полученных данных производится выбор преобразователя частоты INSTART LCI–G4.0/5.5–4B.

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты INSTART LCI–G4.0/5.5–4B

Преобразователь частоты	LCI–G4.0/5.5–4B
Мощность, кВт	4
Номинальный ток, А	8.5
КПД, %	97
Мощность потерь, кВт	0,12
Метод управления	Скалярный Векторный с разомкнутым контуром (бездатчиковый SVC) Векторный с обратной связью (с энкодером, VC)
Номинальное входное напряжение, В	380В
Рабочее напряжение сети, В	380 +/–10 %,
Защитные функции	Контроль температуры преобразователя; Защита двигателя через расчет температуры двигателя; Защита от тока перегрузки; Ограничение максимального напряжения промежуточного контура; Контроль момента нагрузки (защита установки); Контроль потери нагрузки через цифровой вход; Сообщения о состоянии. IP54

Технологические функции:	2 таймера, счетчик импульсов, длины, расстояния, 2 набора параметров для двух разных электродвигателей, виртуальное реле задержки времени, быстрое ограничение тока, отслеживание скорости перед запуском, встроенное ПИД регулирование, функция автоматического останова преобразователя частоты по достижении заданного времени, компенсация отклонения скорости, вызванного повышением нагрузки, функция управления частотой колебаний (применяется в оборудовании намотки текстильной нити)
Частота импульсов, кГц	0.5 – 16 кГц
Уровень шума, дБ(А)	69
Типоразмер (ВхШхГ,мм)	ШхВхГ (118x185x157)
Фильтр	Сетевой ЭМС фильтр
Вес, кг	2

На основе рассчитанных значений был промоделирован пуск двигателя с векторным управлением и нагрузкой.

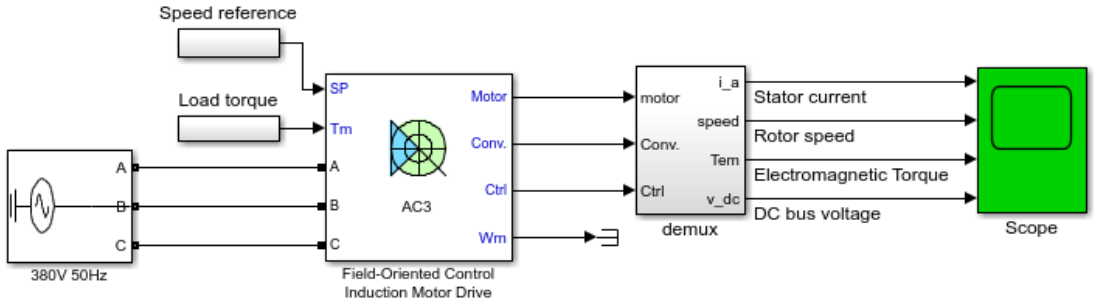


Рис. 6 – Структурная схема асинхронного электродвигателя с векторным управлением.

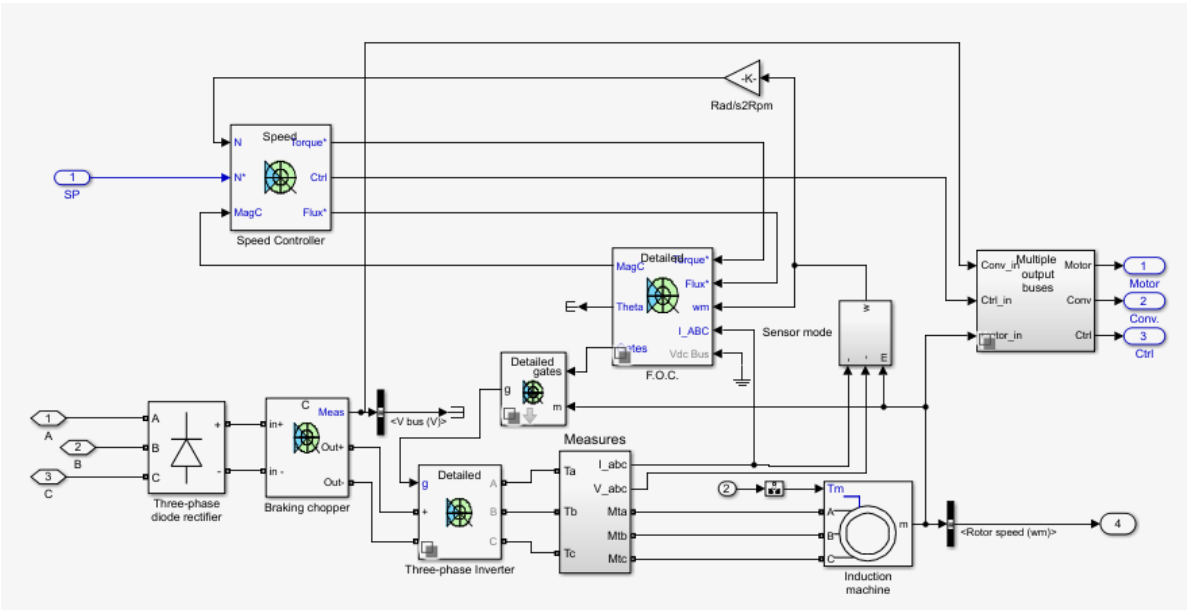


Рис. 7 – Модель векторного управления асинхронного электродвигателя.

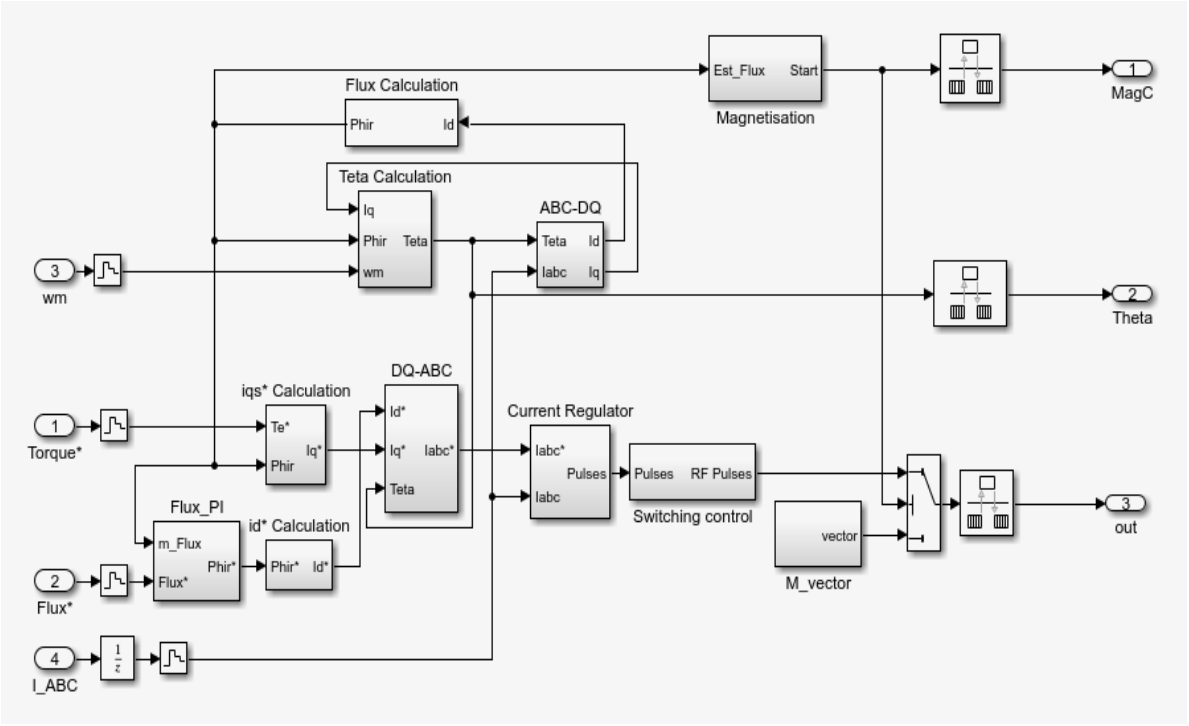


Рис. 8 – Модель блока Field–Oriented Control (векторное управление).

Результаты моделирования

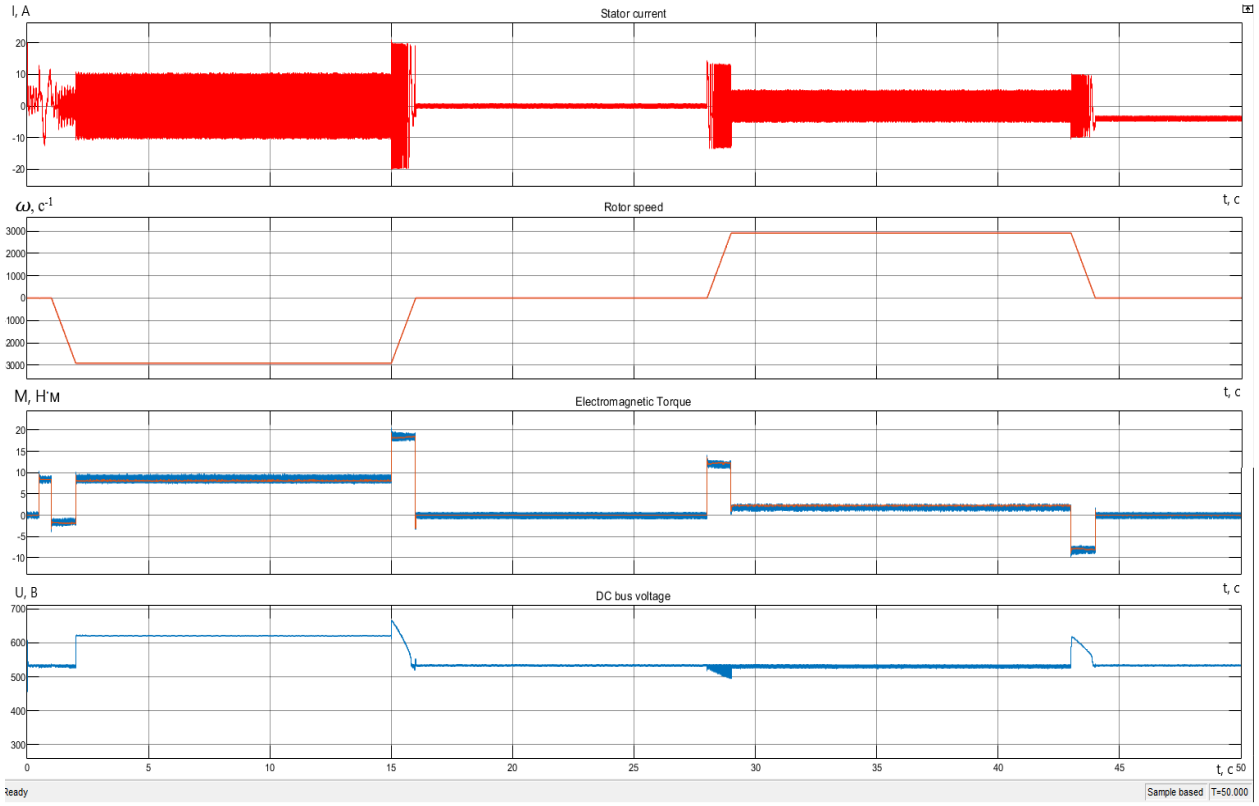


Рис. 9 – Результат моделирования векторного управления асинхронным электродвигателем МЭЗ АИР90L2 с нагрузкой

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что система управления асинхронного электродвигателя рассчитана верно и работает правильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамбург, К.С. Методические рекомендации по оформлению домашних заданий, курсовых работ/проектов и выпускных квалификационных работ. / К.С. Гамбург– Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2019г. – 46с. – текст: непосредственный.

2. Зуб, А.Т. Управление проектами : учебник и практикум для вузов / А.Т. Зуб– Москва : Издательство Юрайт, 2022г. – 422с. – текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489197.

3. ООО «ВсеИнструменты.ру» [электронный ресурс] – режим доступа – URL: about.vseinstrumenti.ru/ (дата обращения: 20.03.2025)

4. Реквизиты и уставные документы ООО «ВсеИнструменты.ру» [электронный ресурс] – режим доступа – URL: www.vseinstrumenti.ru/legal/requisites/ (дата обращения: 20.03.2025)

5. ОАО «МОГИЛЕВЛИФТМАШ» [электронный ресурс] – режим доступа – URL: www.mez.by/ (дата обращения: 20.03.2025)

ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ДАШБОРДА АКАДЕМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТУДЕНТОВ

Климов В.Е., студент
Научный руководитель — к.т.н, доцент **Соловьев А.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Для улучшения образовательного процесса необходима обратная связь структурных подразделений в виде информации о контингенте, успеваемости, стипендиях и материальной помощи (далее — академических показателей) студентов, формализованных в отчётной документации. Такие данные позволяют получать актуальную и важную информацию о состоянии образовательного процесса и дают возможность принимать релевантные и эффективные решения по улучшению обучения в организации.

Предлагается разработка информационной системы аналитического дашборда академических показателей студентов. Пользователи системы — лица, принимающие решения: например, деканы факультетов или заведующие выпускающих кафедр. В результате внедрения ИС бизнес–процесс формирования сводных отчётов по академическим показателям получит вид, изображенный на рисунке 1.

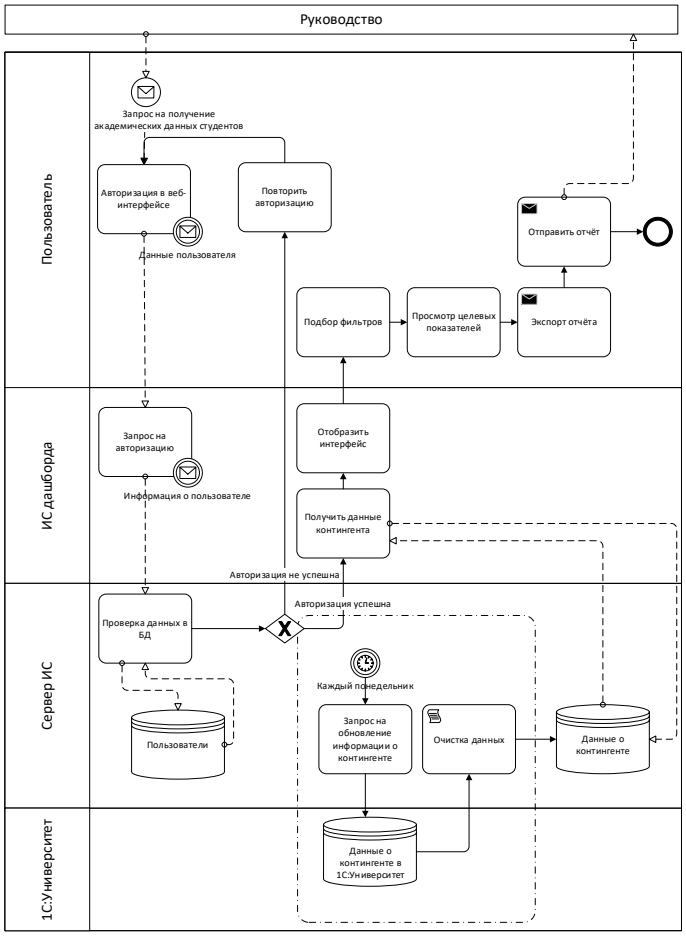


Рис. 21 – Бизнес–процесс формирования сводной отчётности по академическим показателям.

В качестве способа реализации системы был выбран аналитический дашборд как эффективная комбинация наглядности, оперативности и интуитивности.

Для успешной реализации и работы системы требуется обеспечить актуальность отображаемых данных — эта задача решается путём подключения ИС к ERP–системе 1С:Университет.

Существует проблема неоднородности данных, хранимых в 1С:Университет: разные таблицы сформированы определённым образом, отражающим их функциональную задачу. Это повышает риски дублирования информации, снижения её плотности. Данная проблема была решена при помощи метода предобработки: каждый датасет приводится к единому формату, а представление информации оптимизировано при помощи действий, описанных в таблице 1.

Таблица 1 – Предобработка данных

Название таблицы	**Операции**
Контингент студенческого офиса	Устранение малоинформативных столбцов, явных дубликатов.
Контингент из приёмной комиссии	Устранение явных дубликатов, неявных дубликатов из–за перепоступления студентов, косвенно дублирующихся столбцов, удаление записей, отсутствующих в контингенте студенческого офиса.
Объединённый контингент	Синтез бинарных и числовых признаков, устранение дублирующихся столбцов, неявных дубликатов в столбце «Образовательное учреждение», удаление неинформативных данных, упрощение названий столбцов, обработка названий городов, заполнение пропусков.
Данные о родственных отношениях	Стандартизация форматирования значений родственных отношений.
Данные об академических стипендиях	Упрощение названий стипендий, устранение малоинформативных столбцов и дублирующихся записей, стандартизация форматирования, синтез бинарных признаков.
Данные об именных и повышенных стипендиях	Синтез столбцов, устранение дублирующихся записей, стандартизация форматирования.
Данные о материальной помощи	Синтез столбцов, устранение дублирующихся записей и реиндексации.
Данные о последней сессии	Устранение студентов, отсутствующих в объединённом контингенте, неинформативных столбцов, заполнение пропусков, стандартизация дисциплин, дат занятий.
Распределение задолженностей по дисциплине	Агрегирование списка дисциплин с задолженностями.

В результате предобработки исходные таблицы были объединены при помощи левого внешнего соединения согласно алгоритму, изображённому на рисунке 2.

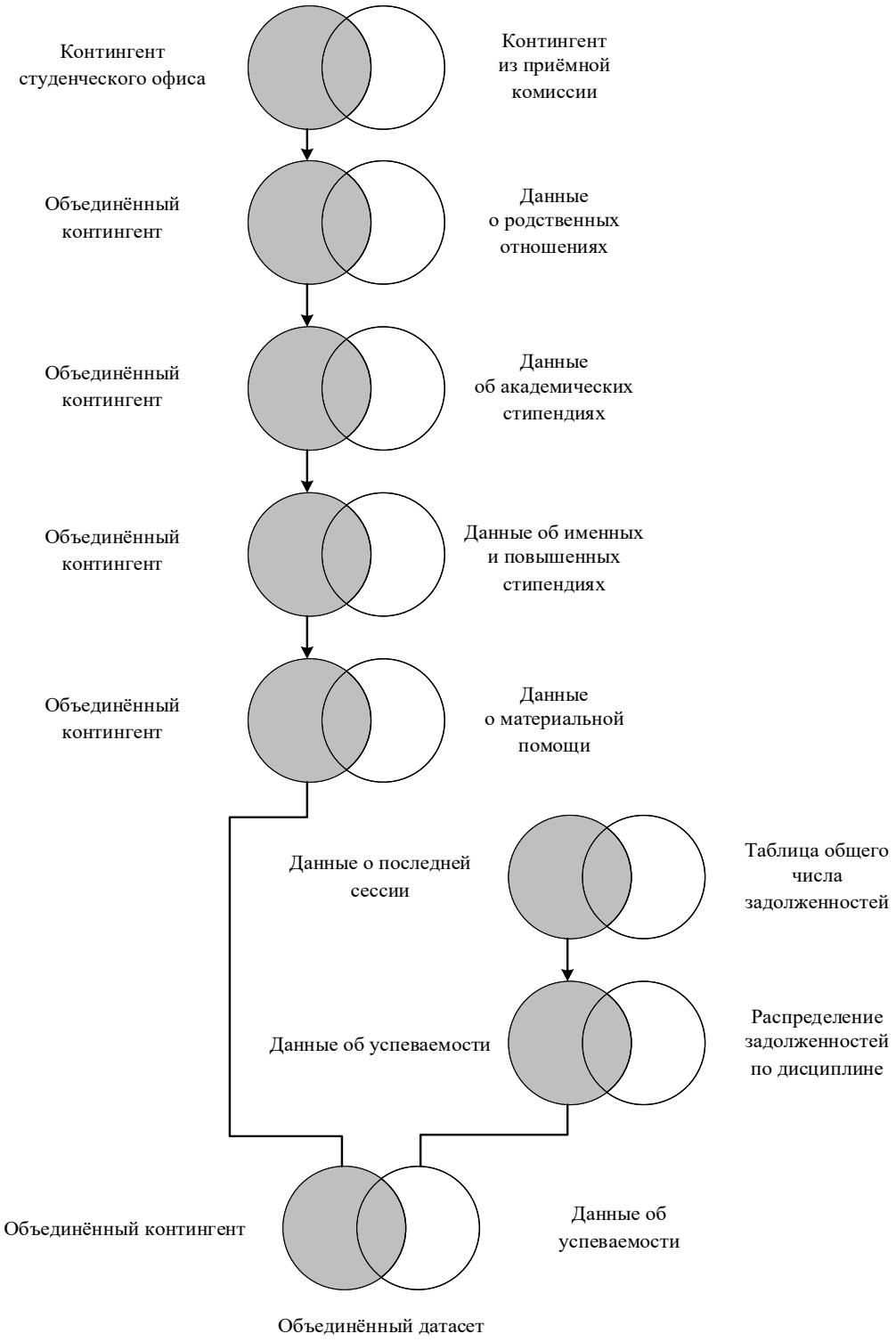


Рис. 22 – Процесс объединения датасетов.

Очищенные данные таблицы «Объединённый контингент» используются для реализации модели классификации студентов по некоторым кластерам успеваемости [1]. В рамках обучения модели используется информация о студентах из датасета приёмной комиссии — это позволит создать прогноз класса исходя из характеристик студента вне учебного процесса. В качестве алгоритма работы были выбраны логистическая регрессия, нивный байессовский классификатор и случайный лес как модели, показавшие наилучшие результаты меры–f1. После этого были подобраны наиболее подходящие гиперпараметры при помощи исчерпывающего поиска по сетке (GridSearchCV): по результатам отбора оптимальная модель — случайный лес.

Таблица 2 – Подбор гиперпараметров наилучших моделей

Модель	F1	Лучшие параметры	Лучший предсказатель
RandomForestClassifier	0.914692	{'bootstrap': False, 'max_depth': 10, 'max_features': 'auto', 'min_samples_leaf': 1, 'min_samples_split': 6, 'n_estimators': 5}	RandomForestClassifier(bootstrap=False, max_depth=10, max_features='auto', min_samples_split=6, n_estimators=5, random_state=42)
LogisticRegression	0.903779	{'C': 0.08858667904100823, 'max_iter': 1000, 'penalty': 'l1', 'solver': 'saga'}	LogisticRegression(C=0.08858667904100823, max_iter=1000, penalty='l1', random_state=42, solver='saga')
GaussianNB	0.894576	{'var_smoothing': 0.003511191734215131}	GaussianNB(var_smoothing=0.003511191734215131)

В рамках полученной модели был проведен анализ важности признаков — степень влияния значений в столбцах на результат классификации. Наиболее значимыми признаками являются вид обучения студента — на бюджетной или контрактной основе, — а также вид вступительных испытаний и тип предыдущего образовательного учреждения абитуриента.

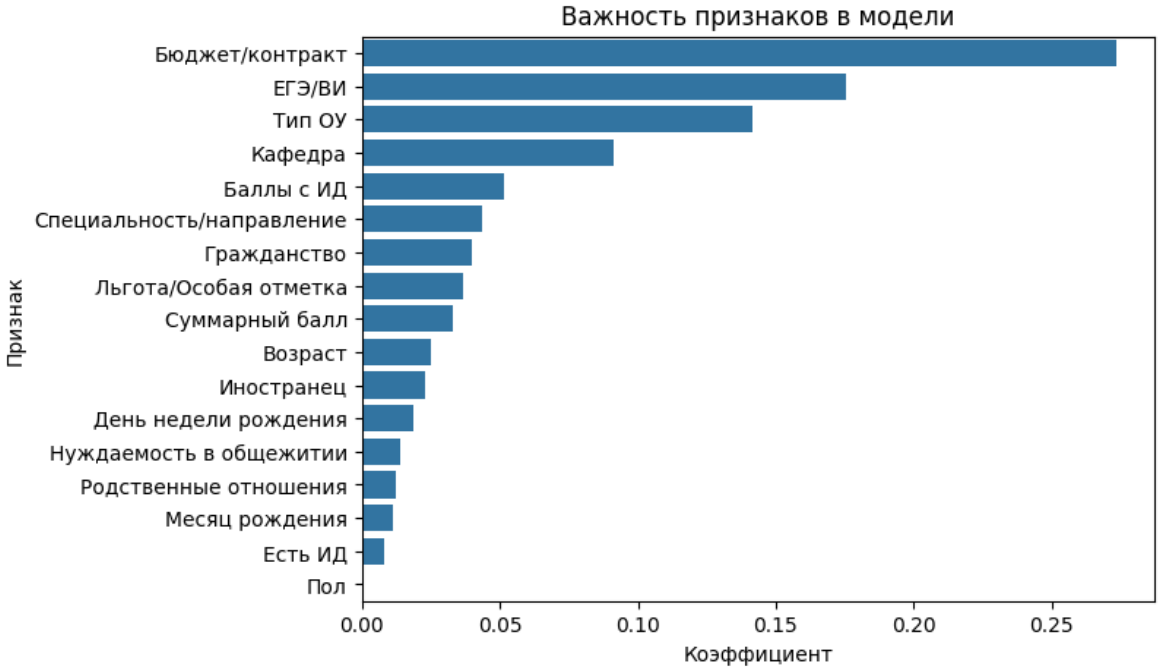


Рис. 23 – Важность признаков в модели.

В предыдущей работе [2] была рассмотрена проблема подбора оптимальной комбинации признаков с целью значимого повышения точности системы классификации. По итогам исследования был сделан вывод об отсутствии существенного положительного изменения точности модели при подюоре признаков: наилучшие результаты показывает модель с исходным набором столбцов. Это указывает на необходимость насыщения датасетов дополнительной информацией, которую невозможно синтезировать или аугментировать ввиду специфики набора данных, или на создание некоторых мета–признаков, снижающих размерность модели.

В рассматриваемой системе важен аспект защиты информации и разграничения доступа. Для решения этой задачи была применена технология JSON Web Token [3] — ёмкий

метод передачи информации между двумя сторонами при помощи JSON–объекта. В ИС данный метод используется для реализации механизма авторизации и аутентификации запросов — благодаря этому сторонний пользователь не может получить доступ к информации об академичесикх показателях. Диаграмма последовательности алгоритма авторизации и аутентификации изображена на рисунке 4.

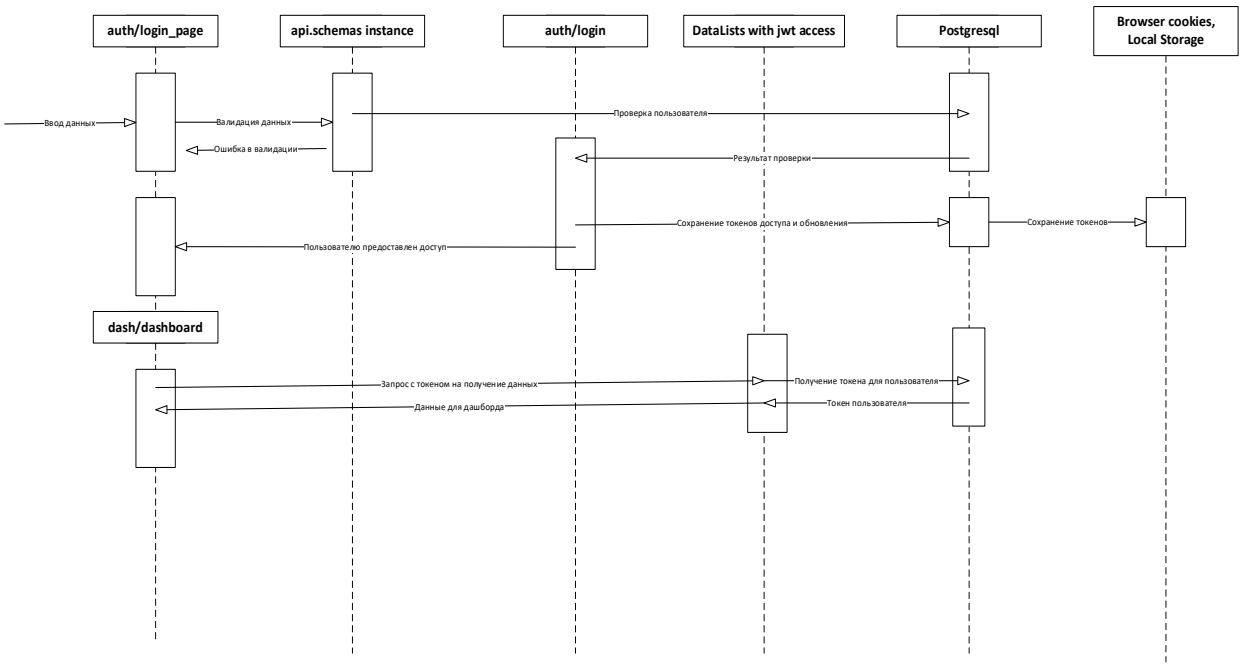


Рис. 24 – Диаграмма последовательности алгоритма с JWT.

В работе была рассмотрена возможность реализации информационной системы аналитического дашборда академических показателей студентов, которая сможет автоматизировать сбор и анализ данных, тем самым повысит эффективность управленческих решений. Предобработка и объединение получаемых данных из ERP–системы института позволяет обеспечить достоверность и актуальность визуализируемых данных. Модель классификации контингента показала наибольшую точность при использовании алгоритма случайного леса с оптимальными гиперпараметрами, подбор комбинации признаков не оказал существенного влияния на метрику f1–меры. Для обеспечения безопасности ИС предлагается использование стандарта авторизации и аутентификации JSON Web Token.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tsygankov Y.A., Solovev A.I., Sergeychik M.S. On the Possibility of Developing a System for Predicting Students Academic Performance Using Machine Learning Methods // 2023 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA’23) – Conference Proceeding. Lipetsk, Russia; 2023. С. 325–327. 2023 IEEE.

2. Соловьев А.Ю., Цыганков Ю.А., Климов В.Е. СТРАТЕГИИ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ КОМБИНАЦИЙ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ МОДЕЛИ ПРЕДСКАЗАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ // XXI Всероссийская научно–практическая конференция. – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2024. – С. 735–740.

3. JSON Web Token (JWT) // Datatracker URL: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7519 (дата обращения: 28.03.2025).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЕМ ПАРА НА ВЫХОДЕ ПАРОВОГО КОТЛА КОТЕЛЬНОЙ АО «ПРИОСКОЛЬЕ»

Княжев Г.А., студент
Научный руководитель – к.т.н, доцент **Кривоносов В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Основной целью данной статьи является разработка математической модели системы автоматического регулирования (САР) давления пара парового котла GPT – 10000 котельной АО «Приосколье».

В начале процесса моделирования необходимо определиться со структурой разрабатываемой системы, с этой целью была разработана функциональная схема, отображённая на рисунке 1.

Функциональная схема включает в себя следующие контуры автоматического регулирования:

- контур регулирования давления пара;
- контур регулирования расхода газа на горелку котла;
- контур регулирования расхода воздуха на горелку котла.

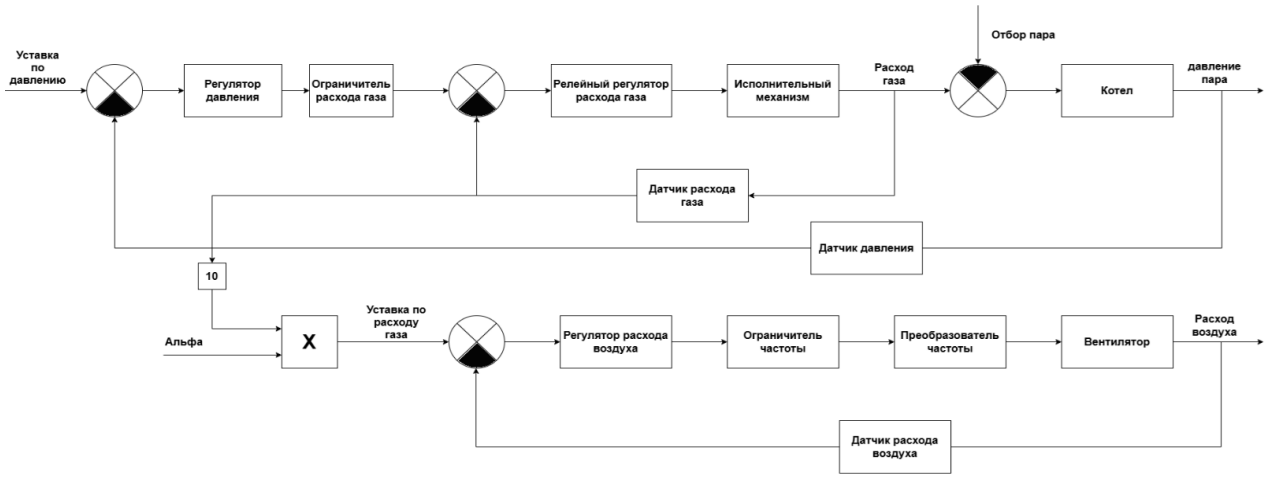


Рис. 1 – Функциональная схема САР давления пара

Согласно схеме, разница (невязка) между заданием и фактическим значениями давления поступает на регулятор, который формирует задание по расходу природного газа. В контуре регулирования расхода природного газа трёхпозиционное реле управляет исполнительным механизмом задвижки на линии подачи газа на горелку. Задание на расход воздуха, необходимого для корректного состава газовоздушной смеси, формируется как фактический расход газа, умноженный на коэффициент соотношения воздух/газ. В контуре по расходу воздуха на блок регулятора приходят сигналы задания на расход воздуха и фактический расход воздуха. На основе невязки между этими параметрами ПИ–регулятора выдаёт управляющее воздействие на частотный преобразователь, который в свою очередь управляет приводом вентилятора.

Вторым этапом построения математической модели является расчёт коэффициентов каждого элемента.

В математической модели объекта управления управляющим воздействием является расход природного газа в метрах кубических в час, а выходом – давление пара в барах.

Математическая модель котла описывается следующей передаточной функцией

$$W_{ОБ}(S) = \frac{K_{ОБ}}{T_{ОБ} \cdot S + 1}, \quad (1)$$

где $К_{ОБ}$, $Т_{ОБ}$ – коэффициент усиления и постоянная времени соответственно.

На основе экспериментальных данных получены следующие оценки параметров объекта:

$К_{ОБ} = Р_{пар}/ F_{газ} = 12,8/1056 = 0,012121$; $Т_{ОБ} = t_{ПП}/3 = 900/3 = 300$ с.

Таким образом, передаточная функция объекта, входом которого является расход газа на горелку, а выходом – давление пара, имеет вид

$$W_{ОБ}(S) = \frac{0,012121}{300 \cdot S+1}, \quad (2)$$

Исполнительным механизмом в контуре регулирования расхода природного газа является механизм электрический однооборотный типа МЭО, время полного открытия которого $Т_{ИМ}$ = 63 с. Модель электродвигателя привода исполнительного механизма описывается следующей передаточной функцией

$$W_{ЭД}(S) = \frac{100}{T_{ИМ} \cdot S} = \frac{100}{63 \cdot S}, \quad (3)$$

где в числителе 100 – максимальный процент открытия задвижки. Входом модели электродвигателя исполнительного механизма является выход трехпозиционного реле, моделирующего включение электродвигателя на открытие или закрытие задвижки. Задвижку моделируем усилительным звеном с передаточной функцией

$$W_{ЗД} = \frac{F_{ГАЗ}^{max}}{100} = \frac{1056}{100} = 10,56, \quad (4)$$

где $F_{ГАЗ}^{max}$ = 1056 максимальный расход газа горелки, когда полностью открыта задвижка.

Датчики расходов газа и воздуха, а также датчик давления пара и преобразователь частоты для электропривода вентилятора мало инерционны [1]. Будем моделировать их апериодическими звеньями первого порядка с коэффициентом усиления, равным 1. Постоянные времени всех этих моделей составляют около 0,1 с.

$$W_{ДАТ}(S) = \frac{1}{0,1 \cdot S+1}, \quad (5)$$

Максимальная производительность вентилятора $F_{ВОЗ}^{max}$ = 12500 м^3/ч достигается при частоте питающего напряжения 50 Гц. Модель вентилятора описывается передаточной функцией

$$W_{ВЕН}(S) = \frac{K_{ВЕН}}{T_{ВЕН} \cdot S+1} = \frac{250}{3 \cdot S+1}, \quad (6)$$

где $K_{ВЕН} = \frac{F_{ВОЗ}^{max}}{50} = \frac{12500}{50} = 250$ – коэффициент усиления вентилятора, равный отношению $F_{ВОЗ}^{max}$ к максимальной частоте, равной 50 Гц;

$T_{ВЕН}$= 3 с. – постоянная времени вентилятора, равная 33 % от времени разгона вентилятора, равного 9 секундам.

Для регулирования давления пара и расхода воздуха применим ПИ–регуляторы. Структурная схема САР регулирования давления пара приведена на рисунке 2.

Параметры настройки ПИ–регуляторов получены в результате многократного имитационного моделирования замкнутой САР [2]. Оптимальные параметры регулятора давления пара имеют следующие значения:

– $К_П$ = 138.5; $К_И$ = 0,49.

Для ПИ–регулятора контура управления расходом воздуха выбраны следующие коэффициенты:

– $К_П$ = 80; $К_И$ = 0,655.

Структурная схема системы управления давлением пара приведена на рисунке 2.

График переходного процесса при скачкообразном изменении задания с 8 бар на 10 бар в начале моделирования и при ступенчатом увеличении отбора пара в момент времени 1000 секунд приведен на рисунке 3.

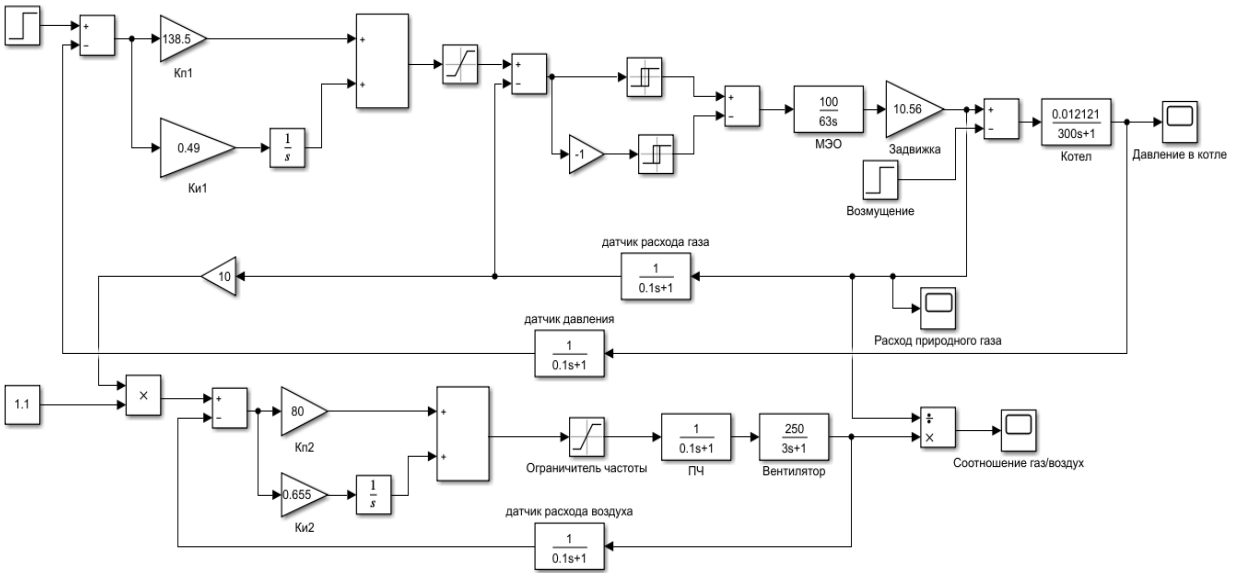


Рис. 2 – Структурная схема

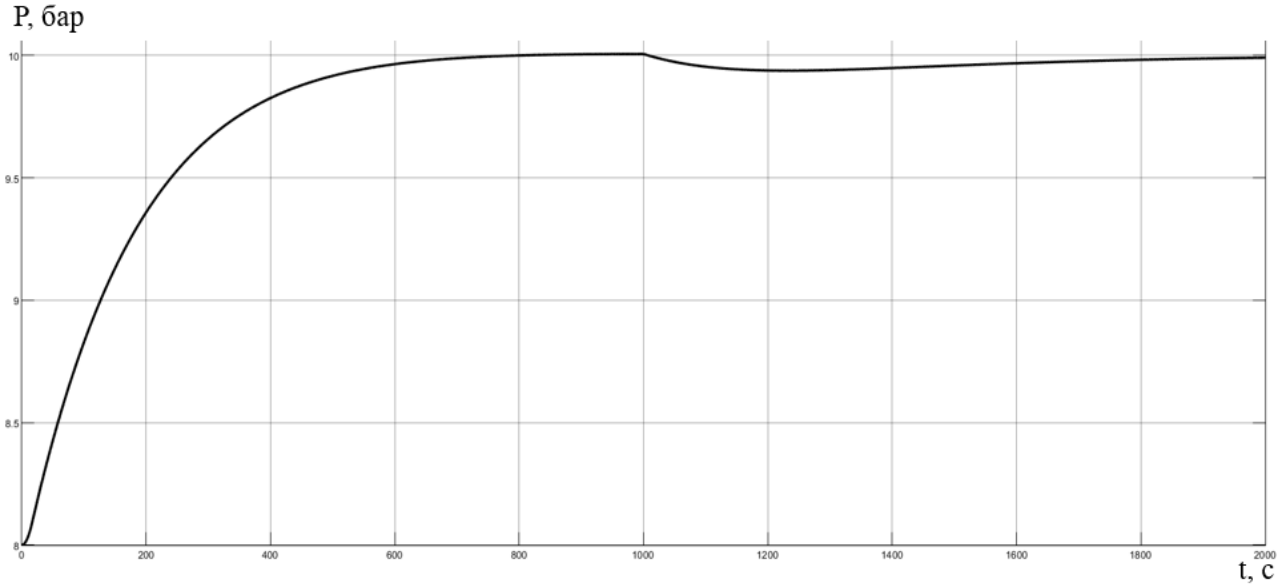


Рис. 3 – Переходный процесс

Анализ переходного процесса показывает, что система успешно справляется с выходом на новое задание, также она успешно подавляет возмущающее воздействие, таким образом, можно сказать, что контур обеспечивает высокое качество функционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черных И. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем МИФИ.: Диалог, 2003. – 252 с. – Текст: непосредственный.

2. Кузнецов В. Н., Кривоносов В. А., Есилевский В. С. Средства автоматизации и управления: учебник /В. Н. Кузнецов, В. А. Кривоносов, В. С. Есилевский – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 365 с. – Текст: непосредственный.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ

Колотухина С.А., студент
Научный руководитель – старший преподаватель, **Лазарева Т. И.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В современном мире успешная коммуникация с клиентами является одним из важных факторов конкурентоспособности, в следствие чего всё большее количество компаний ищут новые способы улучшения качества обслуживания клиентов и укрепления отношений с ними. Автоматизированный анализ взаимодействий сотрудников с клиентами, выявление проблемных ситуаций и улучшение обслуживания – все это можно реализовать, используя инструменты искусственного интеллекта.

Традиционные методы оценки качества обслуживания, такие как выборочное прослушивание звонков, требуют значительных временных затрат и не позволяют получить полную картину взаимодействия с клиентами. ИИ, а именно речевая аналитика, кардинально меняет ситуацию. Эта технология способна автоматически анализировать записи телефонных разговоров, текстовые чаты, переписку по электронной почте и другие виды коммуникаций, выявляя ключевые слова, темы, эмоции и настроения.

Главными преимуществами использования ИИ для анализа коммуникации с клиентами являются:

– способность ИИ обрабатывать большой объем данных, анализируя все разговоры и представляя результат обработки в режиме реального времени;

– обеспечение ИИ объективной оценки качества обслуживания;

– способность выявлять проблемные моменты в разговорах, такие как негативные эмоции клиентов, некомпетентность сотрудников, нарушение скриптов продаж и несоблюдение стандартов обслуживания;

– помощь сотрудникам улучшить навыки обслуживания клиентов и повысить эффективность работы;

– способность собирать информацию о потребностях каждого клиента, что помогает повысить лояльность.

Решение использовать ИИ для анализа качества коммуникации с клиентами было принято в компании ООО «ЭВМ–Информ». Основным направлением деятельности компании является продажа, адаптация и внедрение программных продуктов фирмы 1С, предназначенных для автоматизации бухгалтерского учета, автоматизации производства, торговли, расчета зарплаты и управление персоналом, финансового планирования и бюджетирования, документооборота на предприятиях различных отраслей.

Организационная структура ООО «ЭВМ–Информ» представлена на рисунке 1.

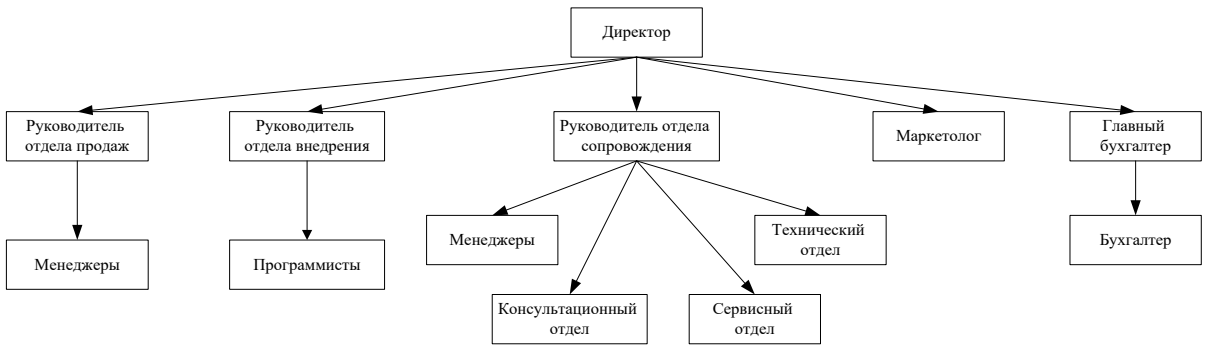


Рис. 25 – Организационная структура ООО «ЭВМ–Информ».

Рассмотрим бизнес–процесс компании «Работа с клиентами», который в свою очередь включает в себя проводимый директором анализ качества коммуникации сотрудников с клиентами.

В настоящее время для контроля работы сотрудников с клиентами, директору нужно прослушивать аудиозаписи телефонных разговоров в 1С. Во время разговора менеджеры обсуждают с клиентами ошибки и проблемы с работой в системе 1С. Предоставляют решение этой ситуации и сроки выполнения работ. Для директора является важным качественное выполнение работ сотрудниками в срок. При невыполнении этих условий могут возникать конфликтные ситуации с клиентами, что ведет к негативным отзывам и ухудшению репутации компании. Но прослушивание аудиозаписей – долгий процесс. Помимо прослушивания, нужно еще провести анализ проведенной работы с клиентом. Нужно учитывать тот факт, что у директора не всегда есть возможность прослушать все разговоры, из–за чего могут быть упущены важные моменты. Также контроль за выполнением работ занимает определенное время и отвлекает директора от его непосредственной работы. Контекстная диаграмма данного процесса представлена на рисунке 2.

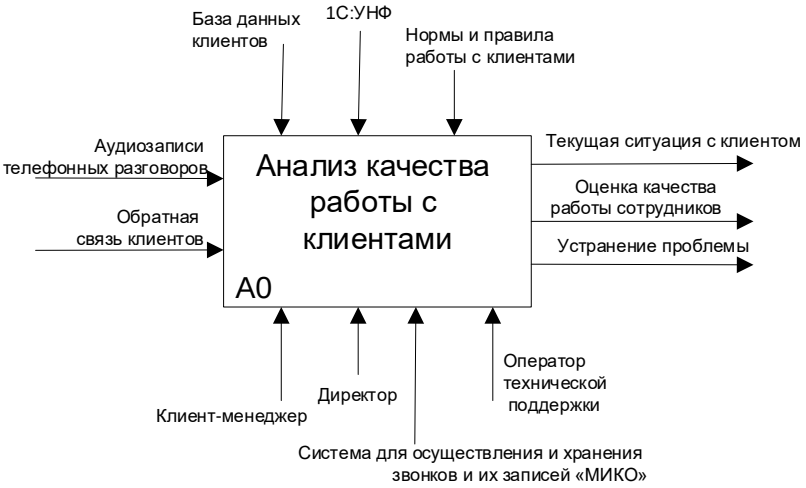


Рис. 26 – Контекстная диаграмма анализа качества коммуникации с клиентами.

В результате декомпозиции (рисунок 3) были выделены следующие блоки:

- сбор данных о взаимодействиях;
- анализ данных;
- выявление проблем и отклонений;
- принятие решений;
- выполнение действий по улучшению ситуации.

Для того, чтобы сократить время анализа работы с конкретным клиентом было принято решение использовать искусственный интеллект для анализа разговоров менеджеров с клиентами.

Необходимо разработать автоматизированную систему, которая будет хранить все телефонные звонки с клиентами в системе 1С с помощью системы «МИКО». После завершения каждого звонка, он будет автоматически отправляться на сервис 1С:Распознавание речи в формате MP3, там транскрибироваться и отправляться обратно в 1С:УНФ в виде файла с расширением TXT. Затем этот файл отправится в ChainDesk.

Для получения информации о текущей ситуации с клиентом директору нужно перейти в систему ChainDesk, где открыт чат–бот. Там директор сможет отправить сообщение с запросом на получение информации о текущей ситуации с определенным клиентом. Система обработает запрос, находит в базе информацию о нужном клиенте, анализирует ее и выдает в сокращенном виде. При этом весь анализ и выдача информации занимают не более 2 минут.

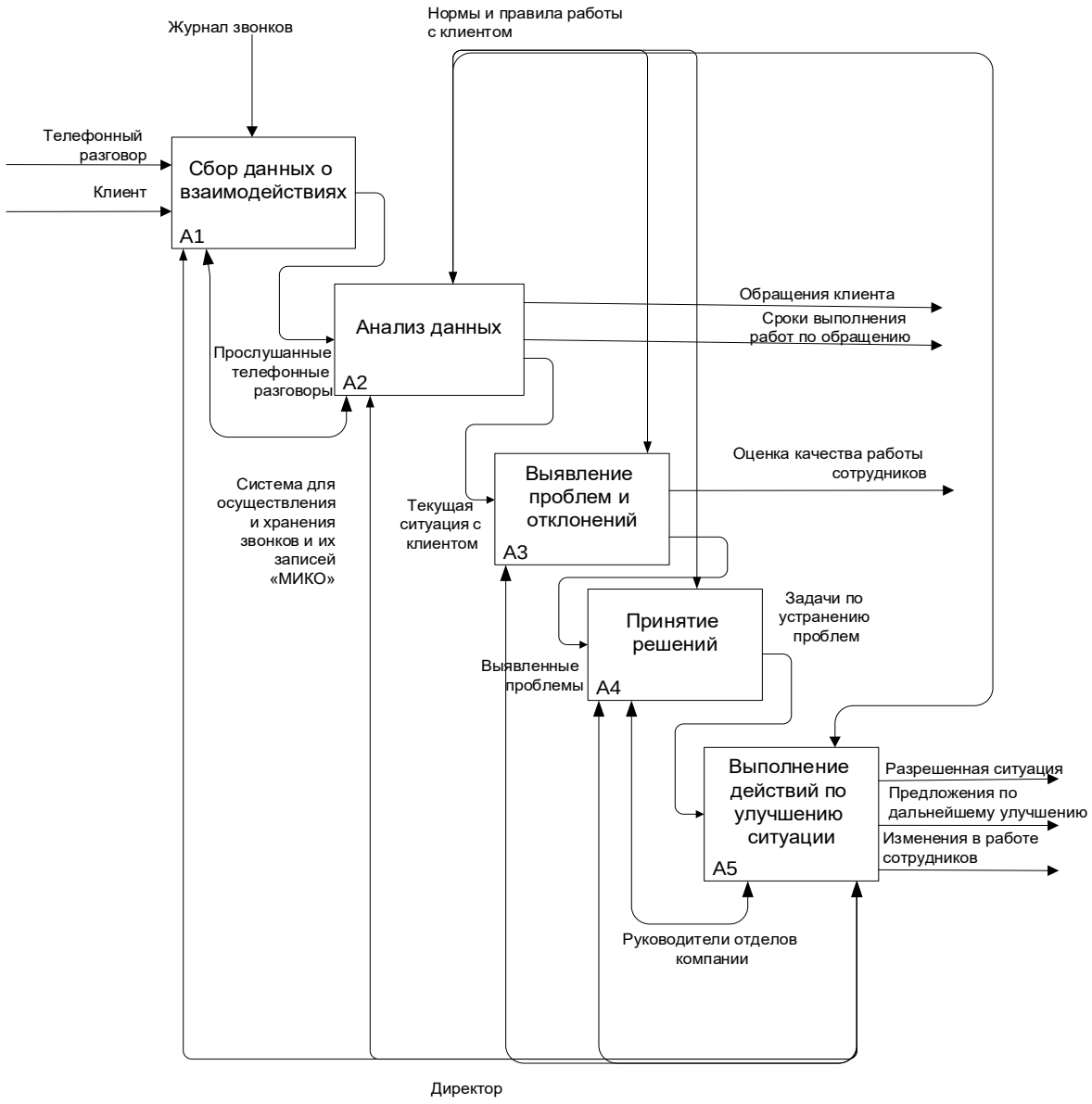


Рис. 27 – Декомпозиция процесса анализа качества коммуникации с клиентами.

Данная система, должна обеспечивать такие функциональные требования как:

– автоматическое распознавание речи и преобразование в текст;
– анализ текста;
– обеспечение высокой скорости обработки разговоров и выдачи результатов;
– хранение детализированных записей о каждом разговоре, включая текстовую версию, время, дату и идентификатор клиента;
– обеспечение защиты персональных данных согласно законодательству.

Для реализации проекта были выбраны следующие сервисы:

– 1С:Распознавание речи;
– ChainDesk — платформа для управления клиентскими взаимодействиями.

Преимущества выбора этих сервисов заключается в следующем:

– 1С:Распознавание речи обеспечивает простую и быструю интеграцию с существующей системой 1С, где уже хранятся записи телефонных разговоров;
– 1С:Распознавание речи обеспечивает лучшую точность распознавания терминологии, используемой в системе 1С (названия документов, номенклатура и т.д.);

– Chaindesk предоставляет мощные инструменты для анализа текста, понимания смысла, выявления ключевых моментов и предоставления информации в удобном формате (чат–бот);

– Chaindesk позволяет создать чат–бота, максимально адаптированного под потребности пользователя, с возможностью получения информации о конкретных клиентах в удобной форме;

– Chaindesk обеспечивает возможность интеграции с 1С через API для получения транскрибированных разговоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт ЭВМ–Информ [Электронный ресурс] //URL:https://www.evminform.ru/
2. 1С:Распознавание речи [Электронный ресурс] //URL: https://portal.1c.ru/applications/1C–Speech–Recognition
3. Chaindesk [Электронный ресурс] //URL:https://www.chaindesk.ai/ru

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ НА ОСНОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Коренев А.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В последние годы всё большее значение приобретает анализ временных рядов — мощный инструмент для изучения динамических процессов, охватывающих продолжительные периоды времени и находящих применение в самых разнообразных сферах науки и практики [1].

В данной работе рассмотрена задача определения аномалий в наборах временных рядов. Аномалии представляют собой отклонения от нормы, то есть являются какими–то закономерностями в данных, которые не соответствуют четко определенному представлению о нормальном поведении [2].

Таким образом, задача обнаружения аномалий заключается в выявлении данных или последовательностей, которые отличаются от ранее наблюдаемых исторических данных.

В данной работе описан один из подходов поиска аномалий во временных рядах (на искусственном сигнале), сформированный на основе информационных характеристик.

В качестве основы для искусственного сигнала была выбрана синусоида. Искусственный сигнал был сформирован на отрезке времени [0; T] согласно выражению (1):

$$y(t) = \begin{cases} A\sin(t) + \varphi(t) + \omega(t), \ 0 \le t \le T_1; \\ Ae^{-\beta_1 t}\sin(t) + \varphi(t), \ T_1 < t \le T_2; \\ y(T_2)Ae^{-\beta_2 t}\sin(t) + \varphi(t), \ T_2 < t \le T, \end{cases} \quad (1)$$

где A – амплитуда сигнала; β_1 и β_2 – коэффициенты затухания; $\varphi(t)$ – некоторый белый шум; $\omega(t)$ – некоторое возмущение на отрезке времени [0; T_1] в виде резкого кратковременного увеличения амплитуды сигнала.

Таким образом, данная функция представляет собой зашумленный гармонический сигнал, который с момента времени T_1 начинает экспоненциально затухать с декрементом затухания β_1, а в момент времени T_2 скорость затухания сигнала увеличивается, то есть $\beta_2 > \beta_1$ (см. рис. 1).

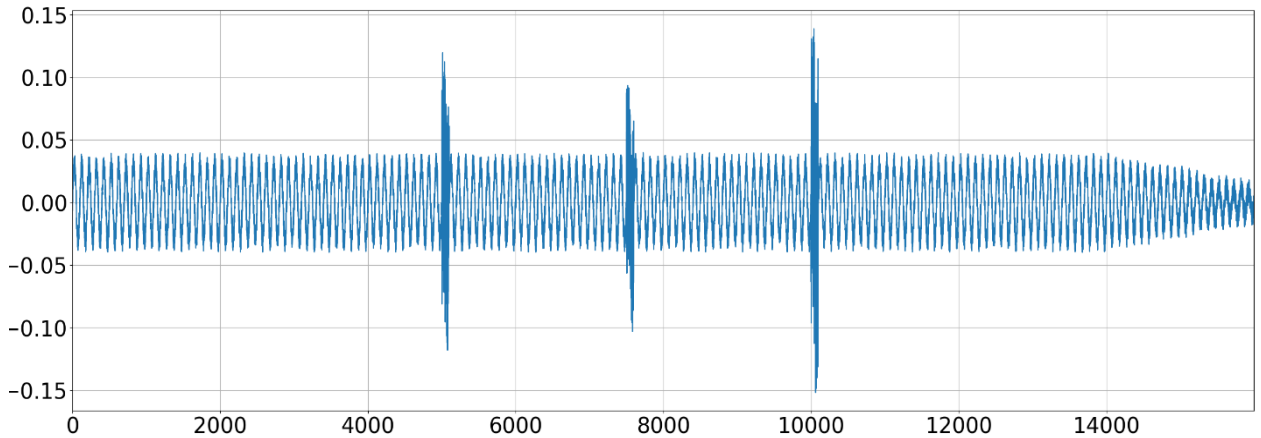


Рис. 1 – Исходный сигнал при A=0.03, n=3, T_1=14000, T_2=15000, T=16000

Ставится задача определения аномалии в сигнале, то есть момента времени, когда гармонический сигнал начинает затухать.

Для решения данной задачи были проделаны следующие шаги:

1. Фильтрация сигнала (для удаления шумов) с помощью сингулярного спектрального анализа (ССА) [3].

2. Формирование информационных признаков на основании расчета следующих величин: энтропии Шеннона и статистической сложности на основе евклидова расстояния.

3. Формирование критериев аномальности сигнала на основе информационных характеристик.

Первый этап был обусловлен тем, что величина $\omega(t)$ вносила слишком большие помехи, которые не позволяли уловить изменение характера поведения несущей (информативной) компоненты сигнала.

Сингулярный спектральный анализ был произведен для различной ширины окна и количества групп. При этом было получено разное количество составляющих сигнала. Для анализа была выбрана первая компонента, так как она является несущей. В ходе экспериментов было установлено, что наиболее качественной фильтрация была произведена при ширине окна, равной 100, и количестве групп, равной 50.

Работа алгоритма, вычисляющего информационные характеристики, осуществлялась следующим образом [4]:

a. Синтезированный с частотой дискретизации f_s сигнал длительности T делился на короткие окна, содержащие по N отсчетов.

b. Далее для каждого окна вычислялась спектральная плотность мощности с использованием алгоритма БПФ:

$$s(f_i) = \frac{1}{N}|X(f_i)|^2 \tag{2}$$

где $X(f_i)$ – амплитуда спектральной компоненты с частотой f_i.

c. На основе нормированного спектра вычислялись дискретные плотности:

$$p_i = \frac{s(f_i)}{\sum_{k=1}^{N} s(f_k)}, \tag{3}$$

где $i = 1, \dots, N$.

d. Далее для полученного распределения вычислялись информационные характеристики: энтропия Шеннона $H(p)$ и статистическая сложность на основе евклидова расстояния $C_{SQ}(p)$:

$$H(p) = \frac{1}{\log N}\left(-\sum_{i=1}^{N} p_i \log p_i\right), \tag{4}$$

$$C_{SQ}(p) = \frac{1}{\log N}\left(-\sum_{i=1}^{N} p_i \log p_i\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^{N}(p_i - q_i)^2\right), \tag{5}$$

где q_i – равномерное дискретное распределение, соответствующее спектральному распределению белого шума;

Таким образом, было выбрано 2 информационных признака, которые формировались согласно формулам (4), (5).

Ниже представлены результаты вычисления этих признаков для исходного и отфильтрованного сигналов. При этом было опробовано различное количество отсчетов N и разное количество диапазонов распределения данных по амплитуде d.

Вычисление энтропии Шеннона согласно выражению (4) представлено на рисунках 2–3.

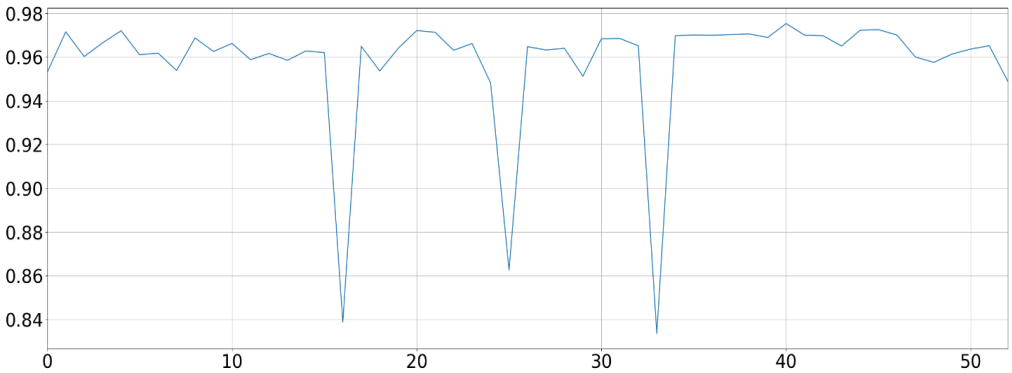


Рис. 2 – Энтропия Шеннона согласно первому определению для исходного сигнала при N=300, d=64

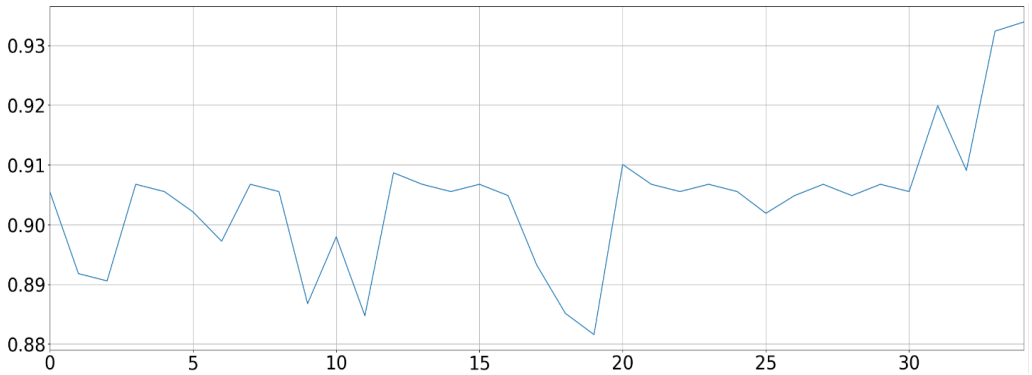


Рис. 3 – Энтропия Шеннона согласно первому определению для отфильтрованного сигнала при N=90, d=8

Анализ данных графиков показывает, что данная величина сильно реагирует на $\omega(t)$ в исходном сигнале (см. рис. 2), что делает невозможным фиксацию момента изменения информативной составляющей сигнала.

Однако для отфильтрованного сигнала можно наблюдать резкое увеличение значения энтропии при появлении аномалии в сигнале (уменьшении амплитуды колебаний синусоиды). Отсюда можно сделать вывод, что резкое увеличение энтропии – сигнал начала искомого события (аномалии).

Следующей вычисленной величиной стала статистическая сложность на основе евклидова расстояния, представленная на рисунках 4–5.

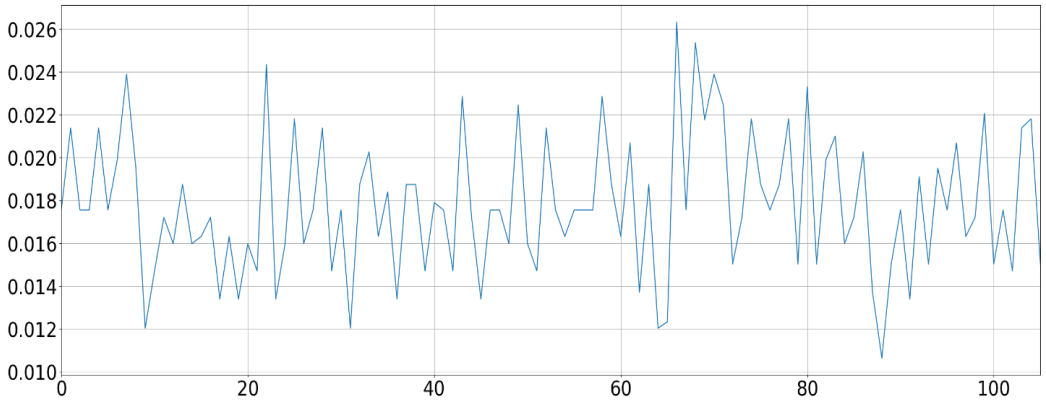


Рис. 4 – Статистическая сложность на основе евклидова расстояния для исходного сигнала при N=30, d=64

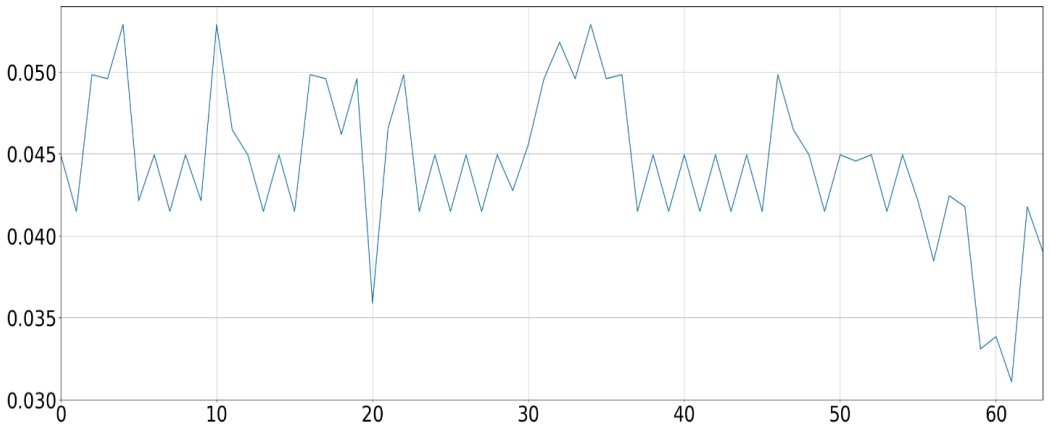


Рис. 5 – Статистическая сложность на основе евклидова расстояния для отфильтрованного сигнала при N=50, d=8

На графике 5 можно увидеть, что статистическая сложность на основе евклидова расстояния уменьшается при снижении амплитуды колебаний отфильтрованного сигнала.

Однако такого явления не наблюдается для исходного сигнала, что вызвано наличием шумов (см. рис. 4).

Таким образом, можно сделать вывод, что данные информационные признаки позволяют зафиксировать аномалию в сигнале при определенном выборе N и d. Однако фиксация данного явления возможна только для отфильтрованного сигнала.

Данные результаты позволяют сформировать некоторый критерий аномальности сигнала на основе пороговой функции по формуле (6):

$$A = \begin{cases} 1, & \delta(t) \geq \delta_{\text{крит}}; \\ 0, & \delta(t) < \delta_{\text{крит}}, \end{cases} \tag{6}$$

где $\delta_{\text{крит}}$ – модуль наибольшей допустимой разности текущего значения информационного признака и его среднего значения;

$\delta(t)$ – разности текущего значения информационного признака и его среднего значения в момент времени t.

Величина $\delta(t)$ может быть вычислена по формуле (7):

$$\delta(t) = g(t) - g_{\text{ср}}, \tag{7}$$

$g(t)$ – текущее значение информационного признака;

$g_{\text{ср}}$ – среднее значение информационного признака.

Таким образом, при выборе оптимального значения $\delta_{\text{крит}}$ станет возможным фиксация появления аномалии в сигнале. Исследование указанного аспекта станет продолжением представленной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов С. Г., Фомина М. В. Проблема обнаружения аномалий в наборах временных рядов // Программные продукты и системы. – 2012. – №. 2. – С. 78–82.
2. Chandola V. Anomaly detection: A survey / Chandola V., Banerjee A., Kumar V. // ACM Computing Surveys. – 2009. – Vol. 41(3). – P. 1–58.
3. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница»–SSA: анализ временных рядов: Учеб. пособие. – СПб., 2004. – 76 с
4. Лысенко П. В. и др. Нейросетевой подход к классификации акустических сигналов с использованием информационных признаков //Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. – 2023. – Т. 514. – №. 2. – С. 39–48.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ЗАО «БОШЕ»

Коротаев С. И., студент
Научный руководитель – к.п.н.,доцент, **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Котельные относятся к опасным производственным объектам, и главное требование к ним - это обеспечение должного уровня безопасности. Эксплуатация котлов должна обеспечивать надежную и эффективную выработку горячей воды требуемых параметров.

Исходя из этих требований стали широко применяться автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые без постоянного присутствия человека поддерживают оптимальность технологического процесса и повышают эффективность. Они базируются на использовании современных средств вычислительной и микропроцессорной техники, то есть - это совокупность аппаратно-программных средств, осуществляющих контроль и управление технологическим процессом. АСУ ТП поддерживает обратную связь и воздействует на ход процесса при отклонении его от заданных режимов.

Схема автоматизации регулирования и контроля водогрейного котлоагрегата должна предусматривать следующие системы:

- Система автоматического регулирования и контроля тепловой нагрузки котла;
- Система автоматического регулирования и контроля питания котла;
- Система автоматического регулирования и контроля соотношения газ-воздух;
- Система автоматического регулирования и контроля разрежения в топке котла;
- Система автоматического контроля давления;
- Система автоматического контроля температуры;
- Система автоматической отсечки газа.

Использование программно-логических контроллеров позволяет изменить и подстроить алгоритм работы котельной при помощи ввода новой программы, либо простой коррекцией запрограммированной программы.

Опыт автоматизации промышленных котельных свидетельствует о том, что регулирование процесса горения и питание котлов дает до 8 % экономии топлива, увеличивает к.п.д. котла на 7-8 %, обеспечивает работу топки с избытками воздуха, близкими к оптимальным, сокращает расходы электроэнергии на дутье и тягу, уменьшает объем ремонтных работ и повышает культуру обслуживания.

Объект управления водогрейный котел в транспортабельной котельной установке - 4,05МВт ЗАО «БОШЕ».

Технические параметры котла:

- Максимальная температура котла - 100 °С;
- Мощность котла - 1,35МВт;
- Давление воды на входе - 4,5кгс/см², на выходе 4кгс/см²;
- Максимальный расход газа - 2,53м3/мин;
- Выходная температура - 100 °С;
- Коэффициент усиления в числителе - 100/2,53=39,5;
- Время переходного процесса примерно - 6 мин 24с = 384с;
- Постоянная времени в знаменателе - 384/(3..5)=76,8сек/60=1,28мин;
- Вид топлива - природный газ;
- Давление газа - среднее - 2,7кгс/см².

Структурная схема регулирования температуры водогрейного котла представлена на рисунке 1.

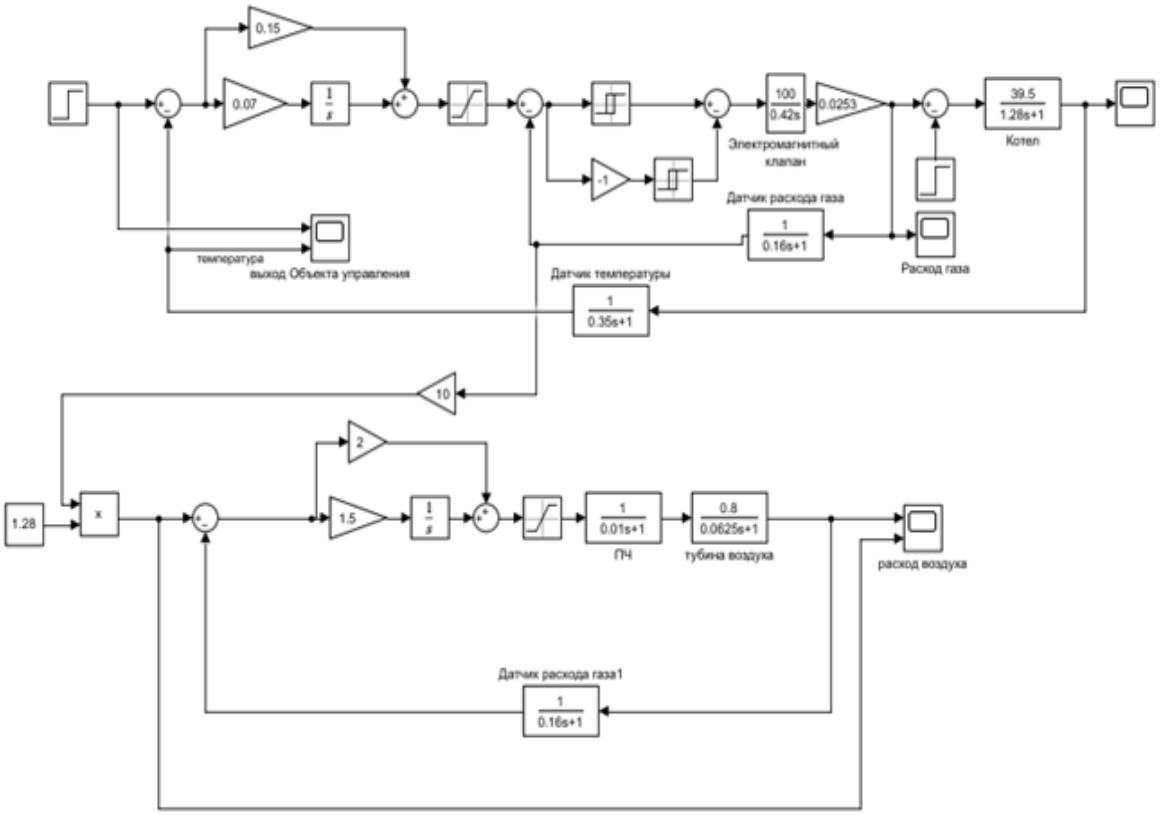


Рис. 1 – Структурная схема регулирования температуры водогрейного котла.

Для настройки регулирования газовоздушной смеси была разработана математическая модель в среде Simulink Matlab. Многократное моделирования работы горелки позволило подобрать оптимальные значения параметров ПИ-регулятора расхода газа, ПИ-регулятора температуры и ПИ-регулятора расхода воздуха. Это позволит более грамотно использовать мощность газовой горелки, что приведет к экономии природного газа. Результаты моделирования приведены на рисунках 2-4.

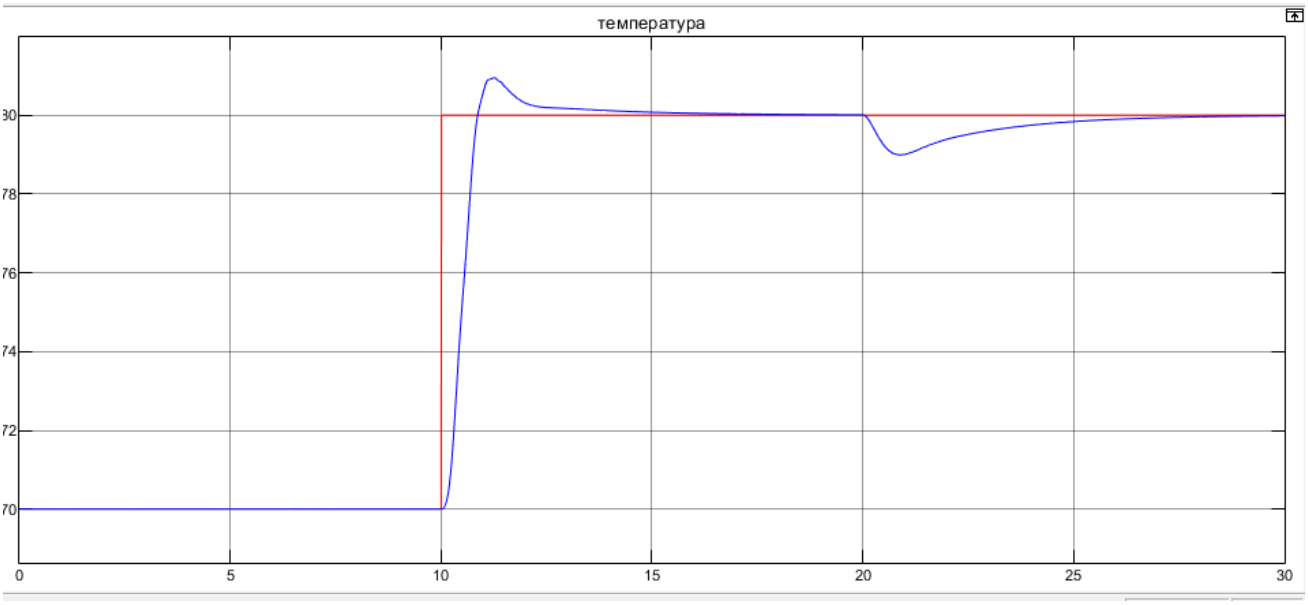


Рис. 2 - Выход Объекта управления

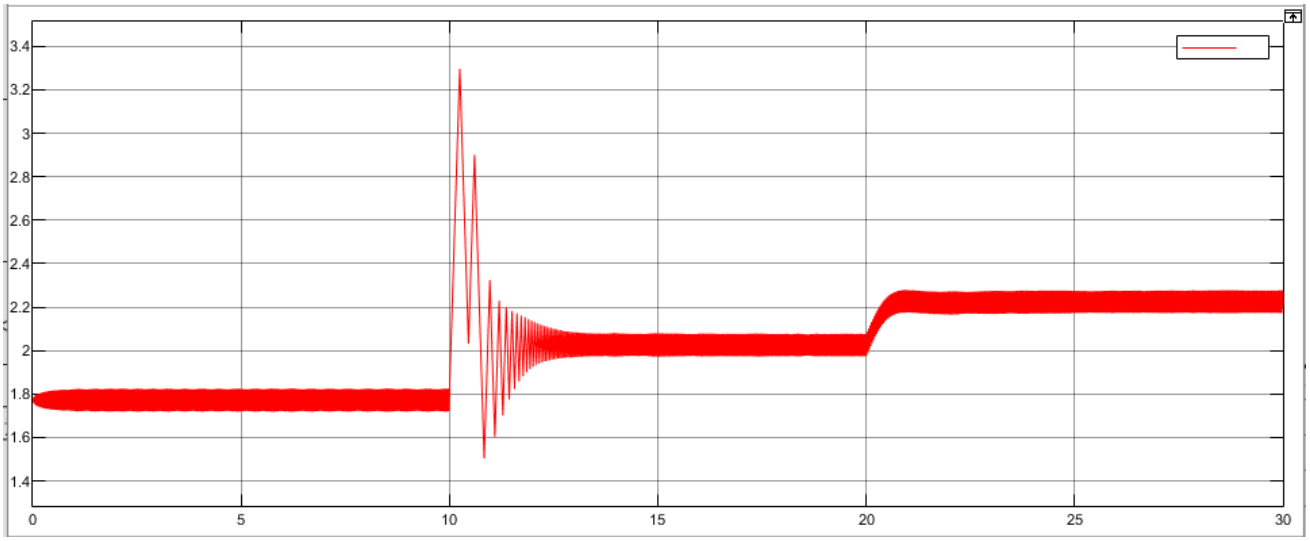


Рис. 3 - График расхода газа

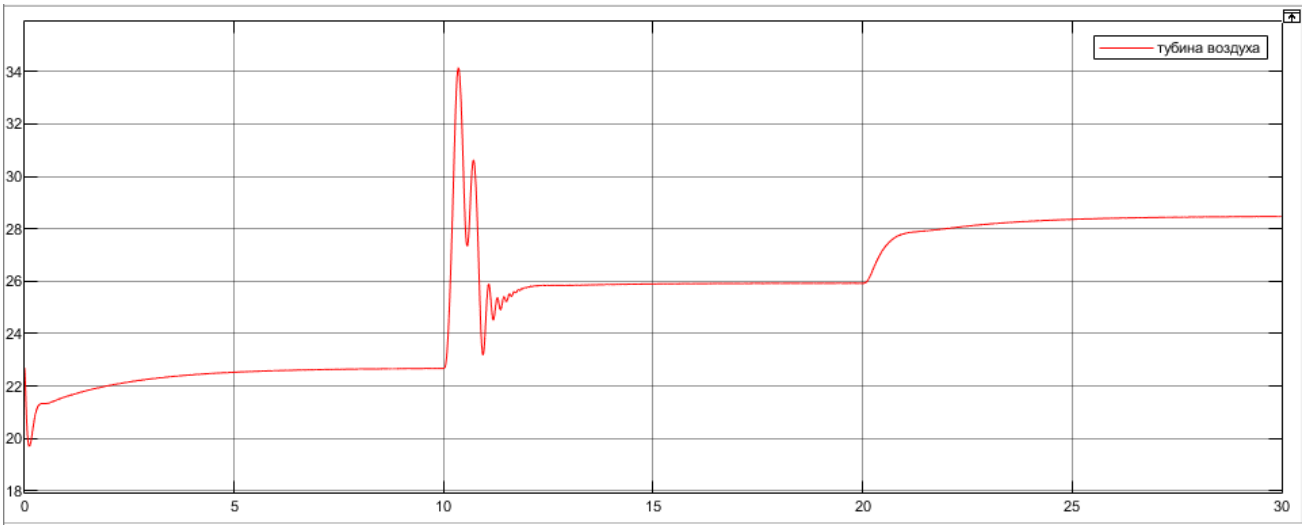


Рис. 4 - График расход воздуха

Система отработала все подаваемые возмущения и уставки, после чего вернулась на необходимое значение. Установка данной системы позволит получить экономический эффект в виде экономии газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для СПО/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. - 2 -е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2019. -386с.

2. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2018. - 224 с.

3. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. - 2-е изд. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. - 459 с. - ISBN 978-5-4486-0574-1. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: http://www.iprbookshop.ru/83341.html. - Режим доступа: для авторизир. пользователей

ПРИМЕНЕНИЕ LQR–РЕГУЛЯТОРА С НАБЛЮДАТЕЛЯМИ ПОЛНОГО И ПОНИЖЕННОГО ПОРЯДКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «КРАНОВАЯ ТЕЛЕЖКА – ГРУЗ»

Косарев И. В., студент
Научный руководитель – к. т. н., доцент **Молодых А. В.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В сфере грузоподъемной техники является актуальной проблема гашения маятниковых колебаний груза при перемещении его промышленным краном. При приложении силы к механизму передвижения крана (или его тележки) возникают колебания подвешенного на канате груза, амплитуда которых зависит от ускорения тележки и длины подвеса каната. Для уменьшения амплитуды колебаний груза ускорение механизма должно быть ограничено, что приводит к увеличению времени переходных процессов и снижению производительности работы крана. Наличие остаточных колебаний груза в конце переходного процесса осложняет процесс управления краном и затрудняет точную установку грузов.

Для решения задачи синтеза регулятора системы перемещения груза, ограничивающей амплитуду колебаний, представим модель тележки крана в математическом виде, воспользовавшись системой уравнений Лагранжа второго рода [1].

Уравнение Лагранжа второго рода имеет вид:

$$\frac{d}{dt}\frac{dL}{d\dot{q}_C} - \frac{dL}{dq_C} = f_i, \tag{1}$$

где f_i – обобщенная сила;

L (функция Лагранжа) – разность кинетической и потенциальной энергий;

$\dot{q}_C$ – обобщенная скорость;

q_C – обобщенная координата.

В качестве обобщенных координат рассматриваемой модели приняты положение $x_C(t)$ тележки, угол поворота маятника $\alpha(t)$, а так же их производные – линейная и угловая скорости.

Потенциальная энергия данной системы определяется только потенциальной энергией отклонённого на угол α маятника, поскольку вертикальное положение тележки принято за начало отсчета:

$$U = mgh = mgl(1-\cos\alpha), \tag{2}$$

где m – масса груза;

g – ускорение свободного падения;

l – длина троса.

Полная кинетическая энергия состоит из кинетических энергий поступательного движения тележки и движения центра масс маятника:

$$T = \frac{1}{2}M\cdot\dot{x}_C^2 + \frac{1}{2}m(\dot{x}_C^2 + 2\dot{x}_C l\dot{\alpha}\cos\alpha + l^2\dot{\alpha}^2). \tag{3}$$

Тогда функция Лагранжа примет вид:

$$L = \frac{1}{2}M\cdot\dot{x}_C^2 + \frac{1}{2}m(\dot{x}_C^2 + 2\dot{x}_C l\dot{\alpha}\cos\alpha + l^2\dot{\alpha}^2) - mgl(1-\cos\alpha). \tag{4}$$

Составим систему уравнений Лагранжа для модели тележки с грузом:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}\frac{dL}{d\dot{x}_C} - \frac{dL}{dx_C} = f_T \\ \frac{d}{dt}\frac{dL}{d\dot{\alpha}} - \frac{dL}{d\alpha} = 0 \end{cases}, \quad (5)$$

где x_C – положение тележки;

α – угол поворота маятника;

$\dot{x}_C$ – скорость тележки;

$\dot{\alpha}$ – угловая скорость маятника;

f_T – сила, которая воздействует на тележку.

Продифференцируем (5) с заменой нелинейных функций при малых значениях их аргументов первыми членами их разложения в ряд Тейлора:

$$\begin{cases} (M+m)\ddot{x}_C + ml\ddot{\alpha} = f_T \\ ml\ddot{x}_C + ml^2\ddot{\alpha} + mgl\alpha = 0 \end{cases}, \quad (6)$$

где $\ddot{x}_C$ – ускорение тележки;

$\ddot{\alpha}$ – угловое ускорение маятника.

Далее полученная система уравнений приводится к нормальной форме Коши:

$$\begin{aligned} \ddot{\alpha} &= -\frac{f_T}{Ml} - \frac{g(M+m)\alpha}{Ml} \\ \ddot{x}_C &= \frac{f_T}{M} + \frac{gm\alpha}{M} \end{aligned}. \quad (7)$$

Вводится вектор состояния:

$$x(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \\ x_4(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_C(t) \\ \alpha(t) \\ \dot{x}_C(t) \\ \dot{\alpha}(t) \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Данный вектор был введен относительно составляющих уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_3 = \dot{x}_C \\ \frac{dx_2}{dt} = x_4 = \dot{\alpha} \\ \frac{dx_3}{dt} = \ddot{x}_C = \frac{f_T}{M} + \frac{gm\alpha}{M} \\ \frac{dx_4}{dt} = \ddot{\alpha} = -\frac{f_T}{Ml} - \frac{g(M+m)\alpha}{Ml} \end{cases}. \quad (9)$$

Воспользуемся уравнениями пространства состояния, чтобы описать полученную систему:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax(t) + Bu(t) \\ y &= Cx(t) + Du(t) \end{aligned}, \quad (10)$$

где A – матрица состояния системы;

B – матрица управления или матрица входа;

C – матрица выхода;

D – матрица обхода;

y – вектор выхода;

x – вектор состояния;

u – вектор управления.

Чтобы влиять на все переменные состояния системы по отдельности, необходимо найти матрицу, благодаря которой будет обеспечиваться устойчивый процесс управления. Воспользуемся линейно–квадратичным (LQR) регулятором.

Уравнение LQR–регулятора:

$$\begin{cases} A^T P + PA + Q - PBR^{-1}B^T P = 0 \\ K = R^{-1}B^T P \end{cases}, \tag{11}$$

где Q – матрица весов состояния;

P – матрица уравнения Риккати;

R – матрица весов управления;

K – матрица коэффициентов регулятора.

В большинстве случаев доступны приборному измерению лишь некоторые составляющие вектора состояния, помимо этого, использование измерительных приборов не всегда целесообразно, т. к. некоторые из них могут описываться сложными уравнениями, изменяющими структуру математической модели объекта.

Данные обстоятельства свидетельствуют о необходимости внедрения методов, позволяющих осуществлять косвенную оценку переменных состояния, недоступных или трудно доступных для прямого измерения. Системы, функционирование которых основано на уравнениях динамики объекта и предназначенные для восстановления его состояния, принято называть наблюдателями.

Рассмотрим применение наблюдающих устройств полного и пониженного порядка для системы перемещения груза.

В MATLAB / Simulink была разработана модель системы «тележка – груз» (рисунок 1). В качестве исходных данных были приняты параметры промышленного мостового крана: масса тележки $M = 3$ т; масса груза $m = 16$ т; длина подвеса $l = 7{,}5$ м. На вход модели подавались задания по линейной скорости тележки крана с максимальным значением 0,6 м / с и координате тележки с заданием по перемещению на 12 м. Коэффициенты регулятора были получены с помощью методики, описанной в [2].

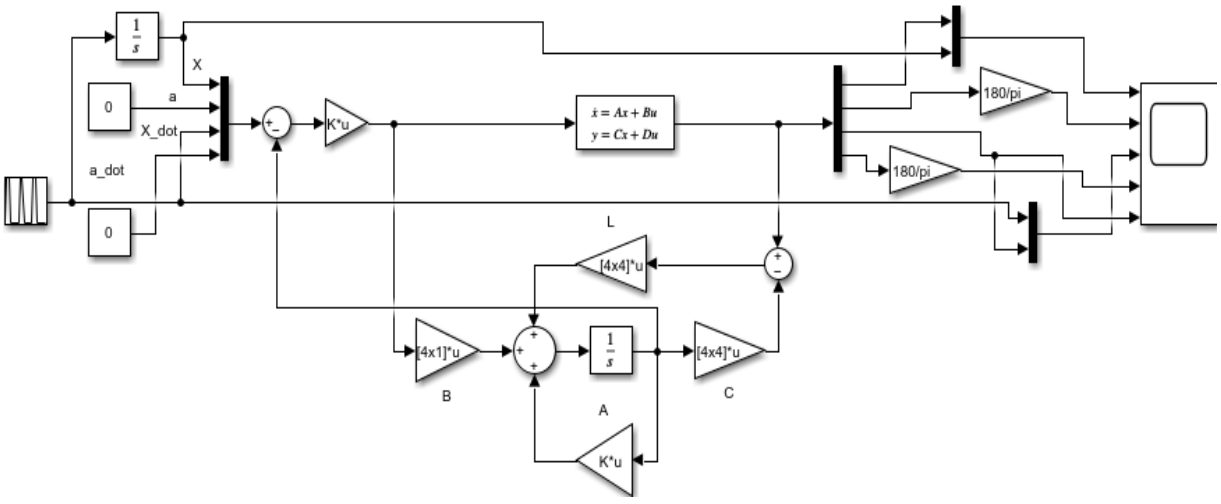


Рис. 1 – Модель системы «крановая тележка – груз» с наблюдателем полного порядка и LQR–регулятором

Результаты моделирования объекта с линейно–квадратичным регулятором и наблюдателем полного порядка представлены на рисунке 2.

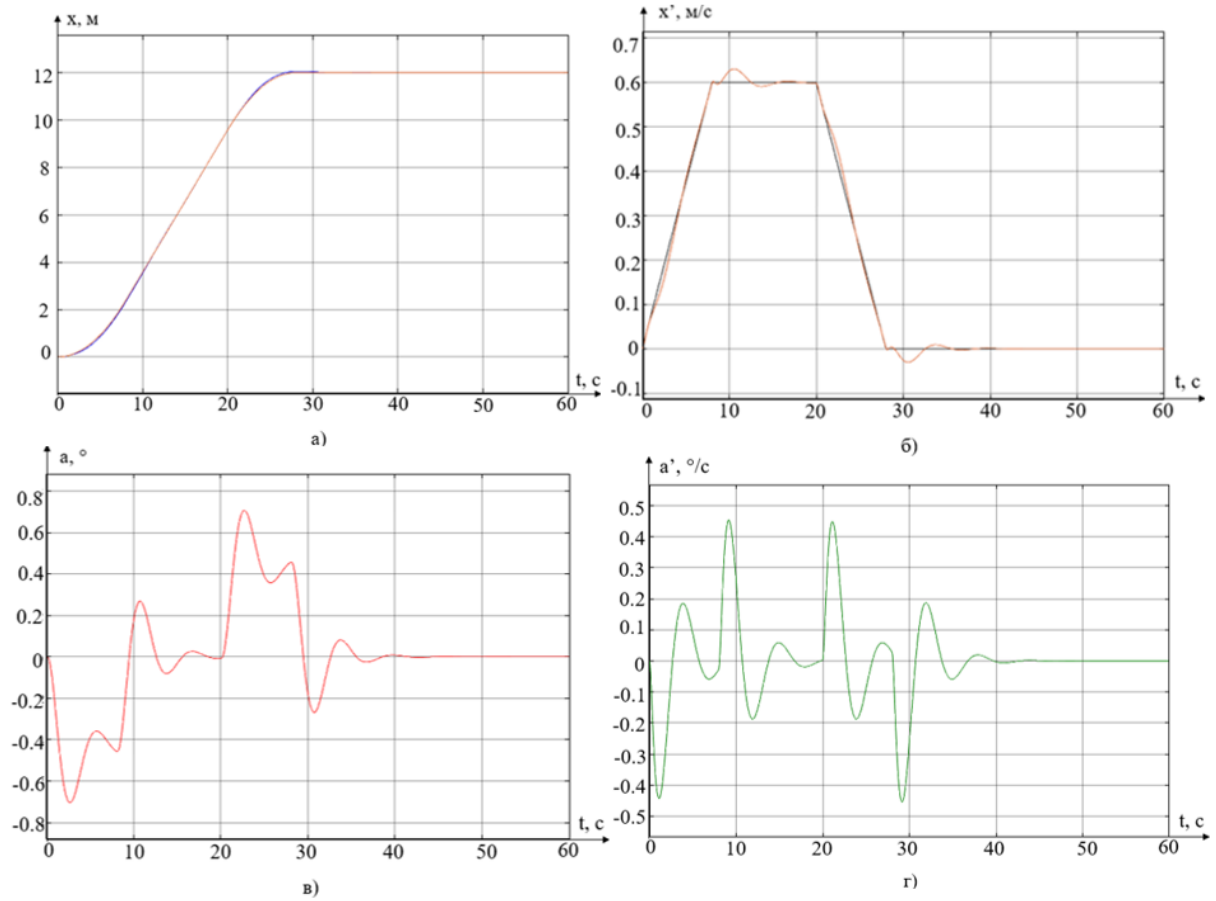


Рис. 2 – Результаты моделирования системы с LQR–регулятором и наблюдателем полного порядка: а) положение тележки с грузом; б) линейная скорость тележки; в) угол отклонения груза от вертикали; г) угловая скорость груза.

Наблюдатель полного порядка обладает некоторой избыточностью, так как он оценивает весь вектор состояния объекта *x(t)*, хотя часть этого вектора можно определить по результатам измерений выходного сигнала *y*. Указанную избыточность можно устранить, синтезируя наблюдатель пониженного порядка [3]. Модель системы «крановая тележка – груз» с LQR–регулятором и наблюдателем пониженного порядка приведена на рисунке 3.

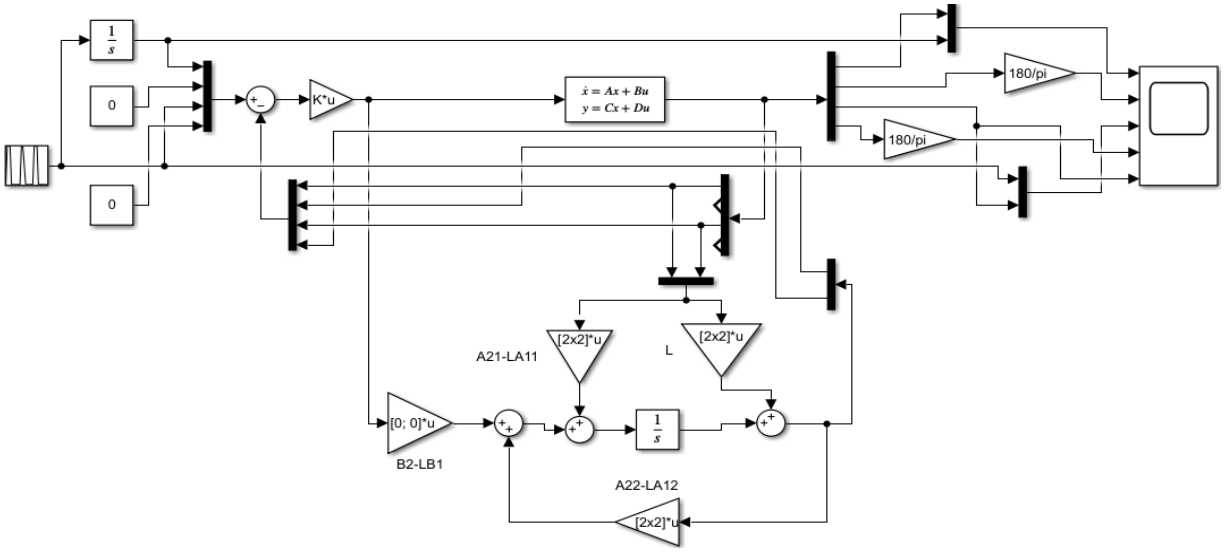
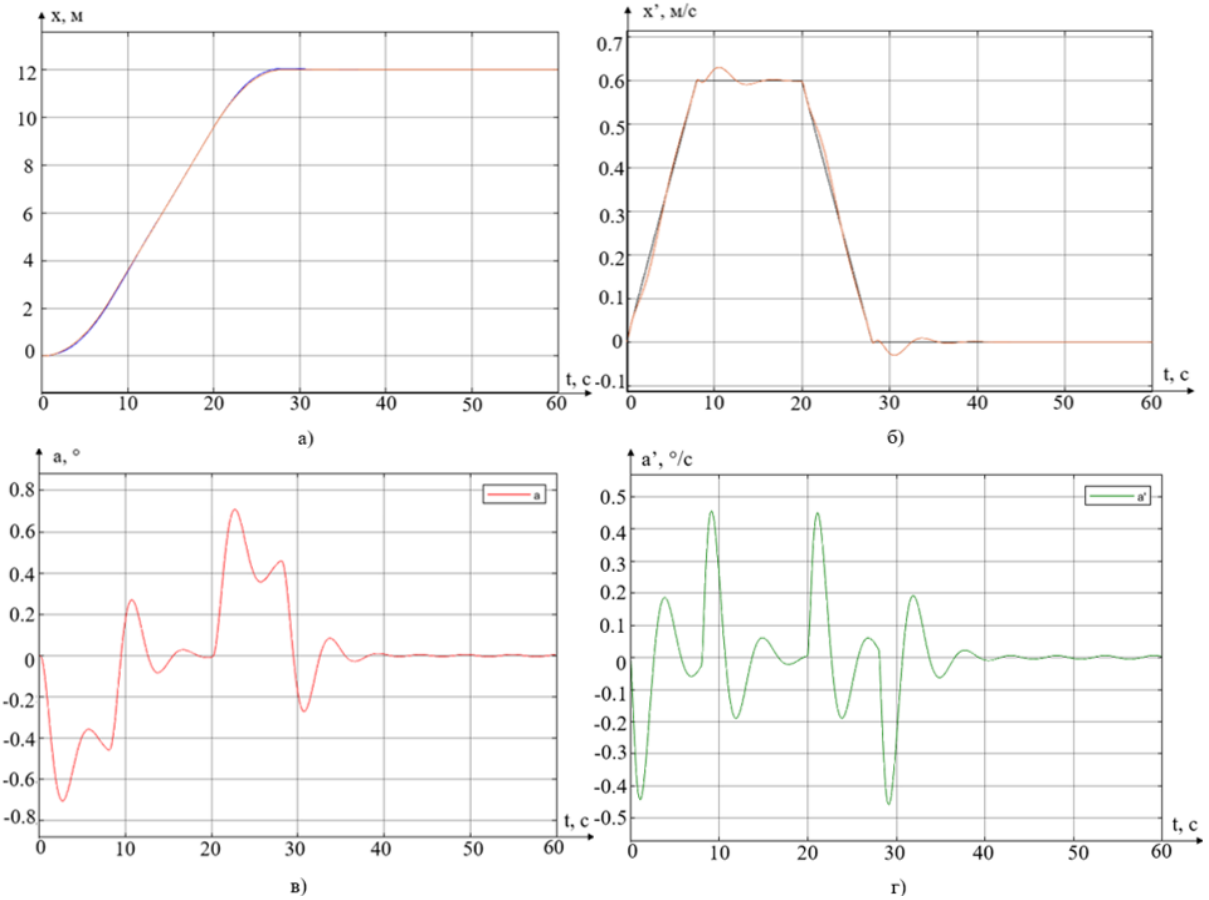


Рис. 3 – Модель системы «тележка – груз» с наблюдателем пониженного порядка и LQR–регулятором

Результаты моделирования объекта с линейно–квадратичным регулятором и наблюдателем пониженного порядка представлены на рисунке 4.



а) положение тележки с грузом; б) линейная скорость тележки; в) угол отклонения груза от вертикали; г) угловая скорость груза.

Рис. 4 – Результаты моделирования системы с LQR – регулятором и наблюдателем пониженного порядка

Результаты исследования продемонстрировали, что использование наблюдателей полного и пониженного порядка в системе «тележка – груз» позволяет эффективно восстанавливать координаты состояния системы, которые невозможно или затруднительно измерить.

В рамках работы был выполнен синтез LQR–регулятора с наблюдателями как полного, так и пониженного порядка, что обеспечило желаемое поведение объекта в замкнутой системе.

Анализ полученных результатов подтвердил, что использование рассмотренных методов существенно повышает точность управления мостовым краном и улучшает качество переходных процессов, что приведёт к повышению производительности механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутенин Н. В. Введение в аналитическую механику. – М.: Наука, 1971.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К. А. Пупкова и Н. Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
3. Кузовков Н. Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. М.: «Машиностроение», 1976.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ ИС ЗАКАЗА УСЛУГ ХУДОЖНИКА

Костин И.Е., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Ковтун Н.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Художник представляет собой субъект профессиональной творческой деятельности, специализирующийся на создании визуальных арт–объектов, воплощающих концептуальные идеи, эмоциональные состояния и индивидуальное восприятие действительности [1]. В своей практике художники применяют разнообразные методы и медиа, включая живописные, графические, скульптурные техники, а также цифровые инструменты, что позволяет им транслировать интеллектуально–эстетические посылы через систему художественных образов.

В контексте экономической деятельности художники, работающие в статусе самозанятых лиц или индивидуальных предпринимателей, вынуждены самостоятельно осуществлять маркетинг и дистрибуцию создаваемых продуктов, помимо непосредственного производства [2]. В современных условиях наиболее эффективным каналом продвижения выступает цифровая среда, в частности, социальные сети.

Анализ существующего с использованием мессенджеров и социальных сетей в качестве основного канала коммуникации позволяет выявить ряд существенных недостатков:

– Отсутствие структурированности данных – информация о товарах и услугах распределена в социальных сетях без чёткой систематизации, что может приводить к некорректному отображению актуальных данных (например, демонстрации уже реализованных товаров).

– Децентрализация процесса оформления заказов – взаимодействие с клиентами осуществляется преимущественно через социальные сети и мессенджеры, что повышает вероятность ошибок, а также создаёт риски, связанные с недостаточной безопасностью передачи конфиденциальных данных (включая платёжные реквизиты).

Альтернативным или дополнительным инструментом может служить разработка персональных веб–ресурсов и мобильных приложений, обеспечивающих формирование устойчивого бренда.

Одним из распространённых решений является создание сайта, который выполняет функцию централизованного хранилища информации об основных товарах и услугах, а также содержит контактные данные автора [3]. Ключевое отличие данного формата от социальных сетей заключается в исключительной фокусировке на одном субъекте творческой деятельности, что минимизирует риски переключения внимания аудитории на конкурирующих авторов.

Для корректной работы сайта и более надежного хранения, изменения и использования информации необходимо разработать базу данных. Далее будут описаны сущности, разрабатываемой базы данных, схема представлена на рисунке 1:

1. Клиент:

PK: ID клиента (уникальный идентификатор клиента)
ФИО: Полное имя клиента
Электронная почта: Адрес электронной почты клиента
Телефон: Номер телефона клиента
Логин: Данные для повторной авторизации
Пароль: Данные для повторной авторизации

2. Заказ:

PK: ID заказа (уникальный идентификатор заказа)
Статус заказа: Текущий статус заказа (связь с сущностью "Статусы заказа")
Дата создания: Дата создания заказа

Сумма заказа: Общая стоимость заказа

ID клиента (связь с сущностью "Клиент")

3. СоставЗаказа:

PK ID работы: ID работы, входящей в заказ (связь с сущностью "Картины")

PK ID заказа: ID заказа, к которому относится данная работа (связь с сущностью "Заказ")

Тип работы: Готовая/новая

Количество: Количество товара в заказе

Итого: Сумма по товару

4. Картины:

PK: ID работы (уникальный идентификатор работы)

Тип работы: Тип работы, которую нужно выполнить

Описание

Материал: Материал выполнения (Масло, акварель и т.д) (связь с сущностью "Материал картины")

Полотно: Материал, на котором выполнена картина (Холст, бумага и т.д.) (связь с сущностью "Материал холста")

Ширина

Высота

Ориентация: Горизонтальная/вертикальная

Дата выполнения

ID художника: Художник, который будет выполнять работу (связь с сущностью "Художник")

Количество: Количество копий работы

Цена

5. Художник:

PK: ID художника (уникальный идентификатор художника)

ФИО: Полное имя художника

Контакты: Контактная информация художника

6. Тип работы, справочник:

PK: ID типа

Название

Описание

7. Материал холста, справочник:

PK: ID материала

Название

Описание

8. Материал картины, справочник:

PK: ID материала

Название

Описание

9. Статусы заказа, справочник:

PK: ID Статуса

Статус: Оплачен/доставлен/отменен и т.д.

Также, для взаимодействия с пользователем должен быть предусмотрен интуитивно понятный интерфейс. При разработке будут использоваться такие средства, как:

– HTML – стандартизированный язык разметки для создания структуры веб–страницы. Будет использована актуальная версия, HTML5, упрощающая работу с мультимедиа, геолокацией и т.д.

– CSS для оформления веб–страницы: шрифты, цвета, расположение элементов, анимации и адаптивный дизайн. Также будет использоваться актуальная версия CSS3. JavaScript – это язык сценариев, который делает веб–страницы динамичными. Будет

использован для обработки действий пользователя, в том числе работа с корзиной, расчетом цен и т.д.

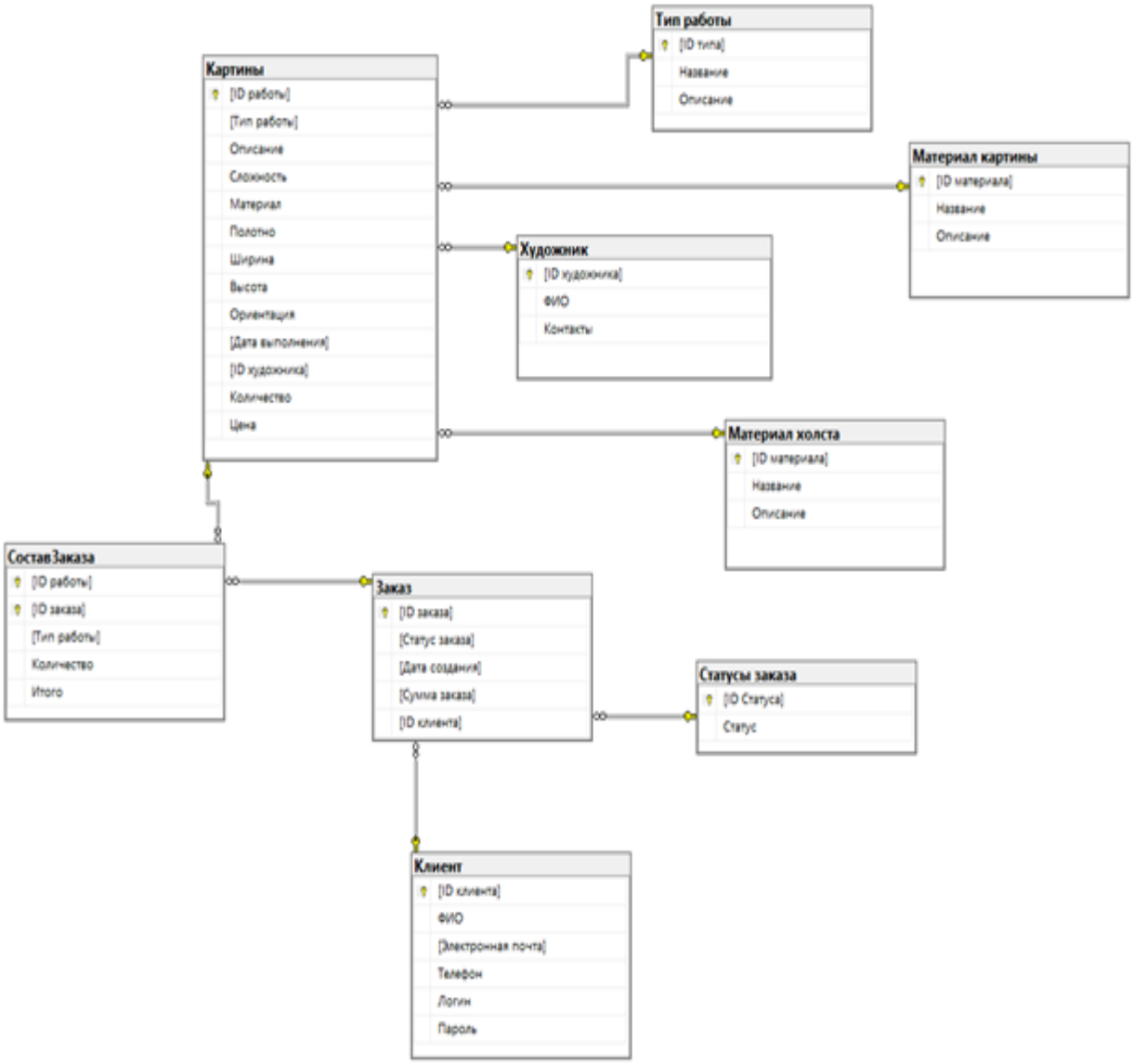


Рис. 28 – Схема базы данных

Так, например, на рисунке 2 представлена форма для отображения товаров в текущем заказе для дальнейшего оформления.

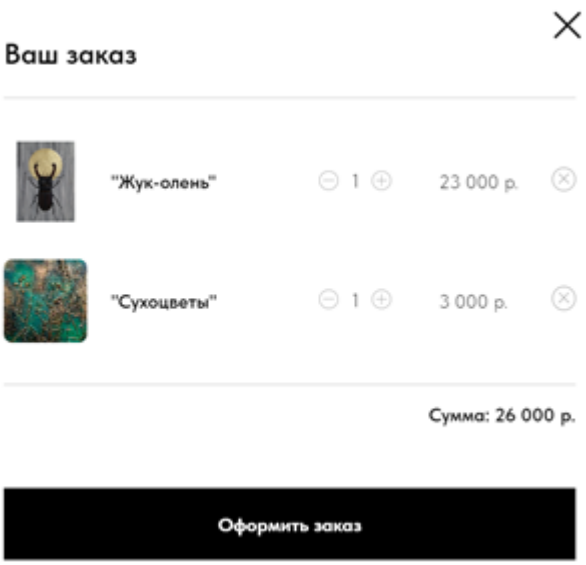


Рис. 2 – Форма отображения товаров в корзине

Таким образом, разработка информационной системы для заказа услуг художника будет иметь ряд преимуществ:

– Вся информация будет систематизирована и будет в централизованной базе данных, что позволит авторизованным пользователям получать к ней мгновенный доступ в режиме реального времени.

– Система будет поддерживать кроссплатформенную совместимость, обеспечивая работу на различных устройствах.

– Будет упрощено развитие клиентской базы для авторов, поскольку охваты сайта легко увеличить с помощью различных рекламных средств

Разработка и реализация информационной системы оптимизирует процесс заказа услуг художника, обеспечит удобное взаимодействие между художником и клиентами, а также повысит эффективность и прозрачность процесса оказания художественных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Профессия художник: кто это, отзывы, где учиться, чем заниматься. kp.ru. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.kp.ru/edu/rabota/professiya–khudozhnik/ (дата обращения: 05.04.2025).

2. Открытый мир искусства: образование и карьера современного художника. Forbes.ru. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.forbes.ru/education/510912–otkrytyj–mir–iskusstva–obrazovanie–i–kar–era–sovremennogo–hudoznika (дата обращения: 05.04.2025).

3. Борсук Наталья Александровна, Карпова Татьяна Дмитриевна, Егорова Алена Валентиновна Сравнительный анализ средств разработки сайтов–визиток // Символ науки. 2017. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy–analiz–sredstv–razrabotki–saytov–vizitok (дата обращения: 05.04.2025).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРУДОЗАТРАТ В КОМПАНИИ «ОТ–ОЙЛ»

Костромин А.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Козырь О.Ф.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В условиях цифровой трансформации промышленных предприятий перед компанией «ОТ–ОЙЛ» – ведущим разработчиком программных решений для нефтегазовой отрасли – остро встал вопрос о разработке современной системы управления проектами и трудозатратами. Существующая платформа Subtrace, хотя и выполняет свои базовые функции, уже не отвечает растущим потребностям компании в части аналитики и прогнозирования, что требует создания нового решения.

Организационная структура «ОТ–ОЙЛ» представляет собой сложный многоуровневый механизм. В процессе ежедневной работы задействованы разнообразные специалисты: от руководителей проектов, осуществляющих стратегическое управление и контроль, до технических экспертов, непосредственно реализующих поставленные задачи, и аналитиков, ответственных за оценку эффективности бизнес–процессов. Каждое структурное подразделение компании обладает уникальными особенностями в организации учета рабочего времени, что формирует специфические требования к разрабатываемой системе и усложняет процесс ее создания.

В настоящее время процесс управления проектами в компании сталкивается с рядом серьезных ограничений. Хотя система Subtrace позволяет фиксировать выполнение задач, она не предоставляет возможностей для комплексного анализа данных. Руководителям приходится вручную экспортировать информацию в Excel, тратя до 20% рабочего времени на составление отчетов. Процесс планирования сроков выполнения работ зачастую осуществляется интуитивно, без учета массива исторических данных и реальной сложности предстоящих задач. Полное отсутствие инструментов прогнозирования и анализа загруженности персонала неизбежно ведет к нерациональному распределению трудовых ресурсов и регулярным срывам установленных сроков.

Для решения этих проблем разрабатывается концепция системы, основанная на инфологической модели [1], представленной на рисунке 1. В центре этой модели находится понятие проекта, который включает в себя структурированные этапы реализации с детализированным календарным планом. Каждый этап, в свою очередь, содержит комплекс задач с подробно описанными атрибутами сложности и принадлежности к определенным категориям, а также систему подзадач, позволяющую осуществлять максимально точное планирование. Особый акцент делается на тщательной проработке системы взаимозависимостей между различными задачами, что в перспективе позволит создавать точные модели рабочих процессов и выявлять потенциальные узкие места на ранних стадиях планирования.

Ключевой особенностью разрабатываемой системы станет прогнозно–аналитический модуль системы. Данный модуль будет использовать комплексный подход, сочетающий регрессионные модели для точной оценки трудозатрат с учетом категории задач, их сложности и статистики по исполнителям, классификационные алгоритмы для выявления рисковых задач и оценки вероятности срыва сроков, а также методы анализа временных рядов для прогнозирования загрузки подразделений и оптимизации распределения ресурсов. Модуль будет анализировать весь массив исторических данных, включая фактические сроки выполнения задач, динамику трудозатрат по категориям, показатели эффективности подразделений и статистику отклонений от планов. Интеграция этого модуля с основной системой позволит автоматически корректировать планы проектов, оптимизировать

распределение ресурсов, снижать риски нарушения сроков и повышать точность планирования.

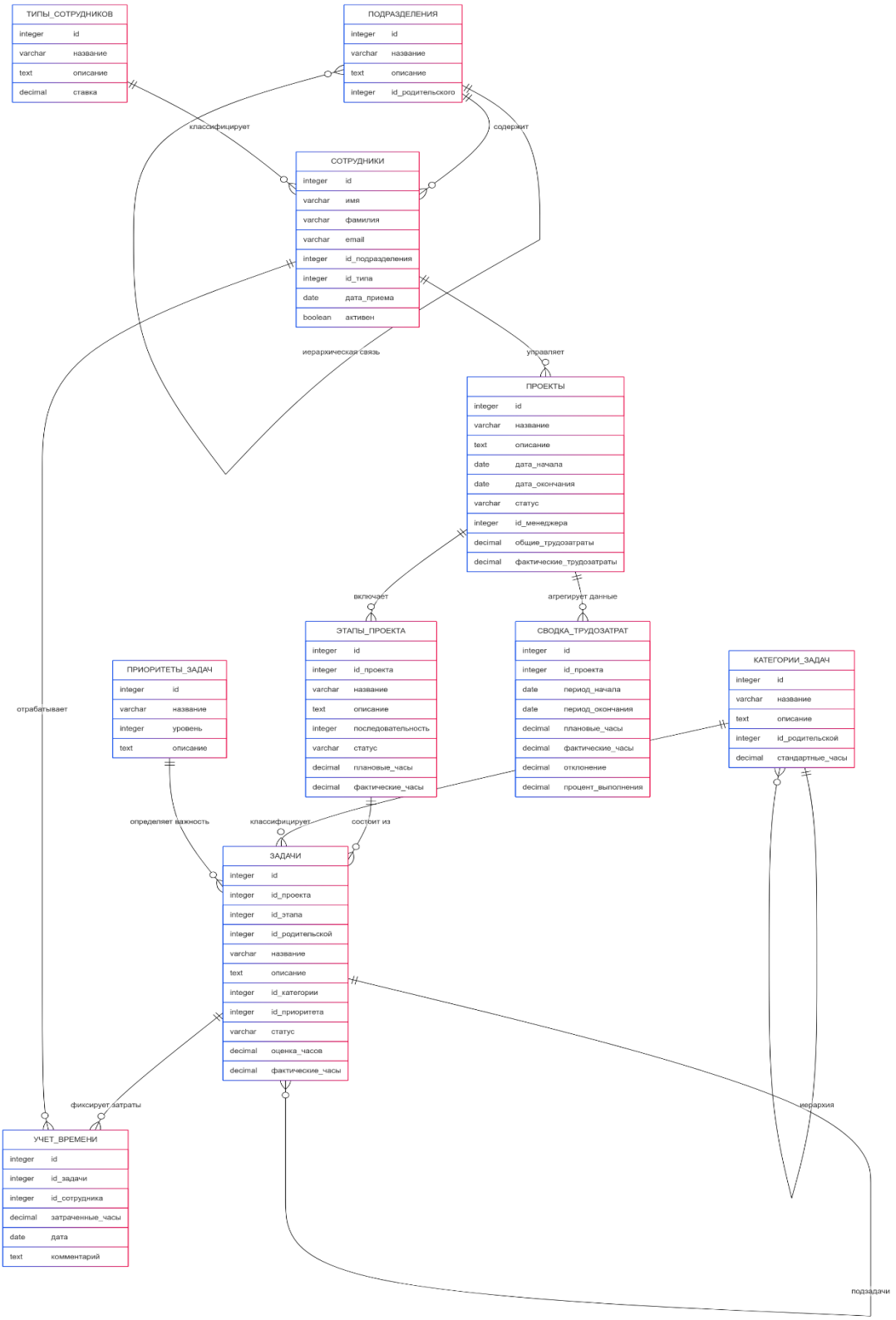


Рис. 29 – Инфологическая модель данных

На основе инфологической модели проектируется даталогическая модель [2] для СУБД PostgreSQL [3], представленная на рисунке 2. Основу системы составят таблицы проектов с этапами выполнения, иерархической структуры задач, категорий работ, сотрудников с привязкой к подразделениям и учета фактического времени работы. Связи между таблицами будут организованы через систему внешних ключей для обеспечения целостности данных.

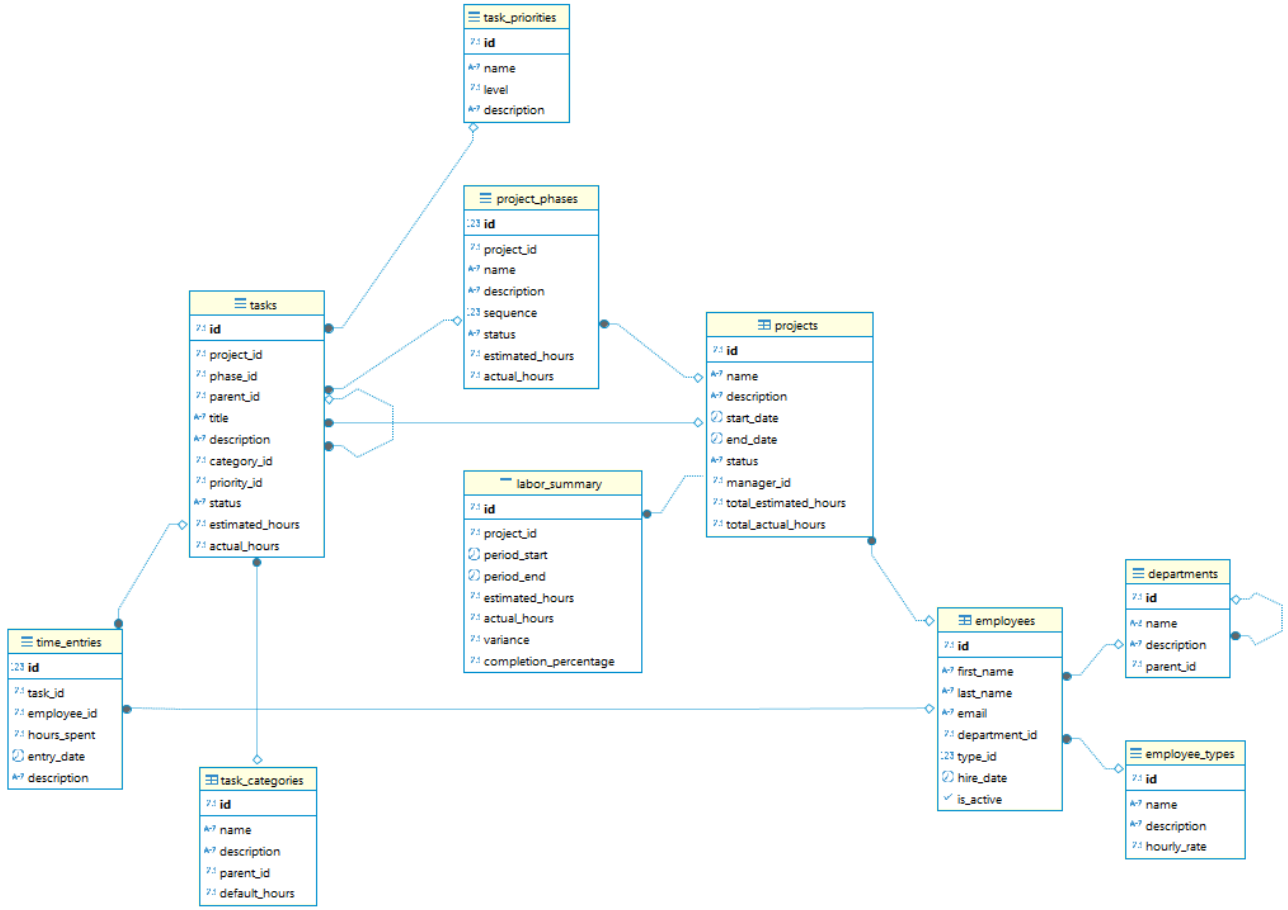


Рис. 30 – Даталогическая модель в СУБД PostgresSQL

Ожидается, что внедрение системы позволит компании «ОТ–ОЙЛ» достичь значительных улучшений в управлении проектами. По предварительным оценкам, решение обеспечит сокращение времени на подготовку отчетов на 35–45%, повысит точность планирования на 25–30% и улучшит контроль загруженности подразделений.

В перспективе планируется расширение функциональности системы за счет интеграции с модулем управления компетенциями. Проектируемое решение может стать типовым для предприятий нефтегазовой отрасли, демонстрируя эффективность цифровых технологий в промышленном секторе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Построение инфологической модели [Электронный ресурс]. – URL: https://dit.isuct.ru/IVT/BOOKS/DBMS/DBMS2/5–2.HTM (дата обращения 07.04.2025).

2. Илюшечкин В.М. Основы использования и проектирования баз данных. – Москва: Юрайт, 2025. – 213 с.

3. Моргунов Е.П. PostgreSQL Основы языка SQL: учебное пособие. – Санкт–Петербург: БХВ, 2018. – 336 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАЯВОК В СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ «ЭЛЕКТРОНИКА–СЕРВИС»

Крапивкина А.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Козырь О.Ф.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Автоматизация бизнес–процессов становится актуальной задачей для современных предприятий, стремящихся повысить эффективность своей деятельности. Особенно это важно для сервисных центров, где необходимо не только вести учет заявок и ремонтов, но и поддерживать своевременное взаимодействие с клиентами.

Сервисный центр «Электроника–сервис» представляет собой частную организацию, работающую в сфере диагностики, ремонта и технического обслуживания различной электронной техники [1]. Эффективность его работы обеспечивается слаженным взаимодействием нескольких ключевых специалистов, каждый из которых выполняет определенные задачи, направленные на поддержание высокого уровня обслуживания клиентов:

– администратор отвечает за организацию и контроль процессов обработки заявок: он принимает обращения от клиентов, оформляет заявки на ремонт и диагностику, распределяет задачи между мастерами и следит за выполнением работ. Помимо этого, он поддерживает связь с клиентами, информируя их о статусе ремонтных работ;

– мастер занимается технической частью обслуживания: проводит диагностику неисправностей, выполняет ремонтные работы и осуществляет замену необходимых комплектующих;

– директор курирует стратегическое управление сервисным центром: анализирует финансовые показатели, оценивает производительность сотрудников, регулирует нагрузку и принимает ключевые решения по развитию компании.

В настоящее время все процессы в сервисном центре «Электроника–сервис» выполняются вручную с использованием бумажной документации. Такой подход требует значительных затрат времени, увеличивает вероятность ошибок, а также заметно усложняет оперативный анализ данных. Неавтоматизированная структура работы подразумевает использование компьютеров исключительно как отдельных рабочих станций, которые не связаны в единую сеть и работают на базе операционной системы Windows 10.

Очевидно, что текущий уровень организации процессов требует автоматизации. Основные этапы работы с заявками, включая их создание, ремонт и закрытие, нуждаются в оптимизации для ускорения обработки информации, снижения доли рутинных операций и повышения качества обслуживания клиентов. Для достижения этих целей планируется создание автоматизированной информационной системы (АИС), которая будет базироваться на использовании свободно распространяемого программного обеспечения и интеграции с модульными решениями, разработанными специально для этого сервиса. Ключевая задача системы – центральное хранение всех данных в единой базе, что обеспечит их доступность и защищенность.

Для реализации проекта была разработана инфологическая модель будущей системы, которая наглядно иллюстрирует структуру и учитывает внутреннюю логику взаимодействий между объектами в сервисном центре [2]. Данная модель представлена на Рис. 31. Основными элементами системы выступают клиенты, устройства, заявки, диагностика, ремонты, запчасти и сотрудники. Клиенты, зарегистрировавшись в системе, получают возможность оформлять заявки на ремонт своих устройств. Каждое устройство связывается с конкретной заявкой, которая проходит через последовательные этапы диагностики и ремонта. Мастера, работая с системой, выявляют неисправности, выполняют необходимые работы и используют запчасти,

учет которых также ведется в базе данных. В то же время директор, основываясь на актуальных данных системы, занимается управлением сотрудниками, анализирует общую работу центра и принимает стратегические решения, что способствует повышению эффективности всех процессов.

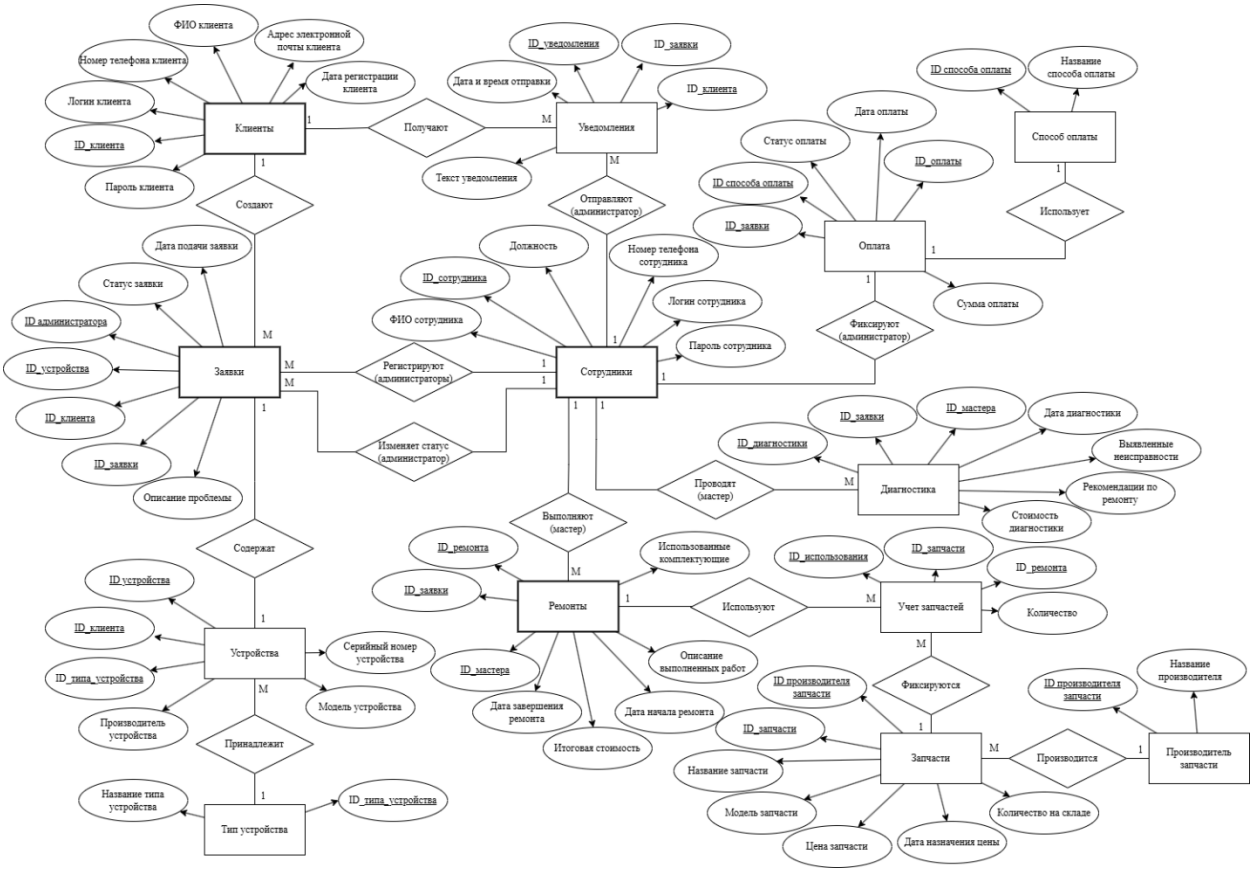


Рис. 31 – Инфологическая модель данных

На основе разработанной инфологической модели была создана даталогическая модель, реализованная в реляционной СУБД PostgreSQL [3] и представленная на Рис. 32. Эта модель описывает структуру базы данных и ее внутреннюю организацию. Каждая сущность в инфологической модели преобразована в таблицу с необходимыми полями, а связи между объектами реализованы через внешние ключи. Например, таблица клиентов включает персональные данные и идентификаторы связанных с ними устройств. Данные об устройствах увязываются с клиентами и заявками, что позволяет отслеживать их историю обслуживания. В таблице заявок фиксируются данные о текущем статусе работы и назначенных мастерах. Этапы диагностики и ремонта ассоциируются с таблицей сотрудников, так как именно мастера отвечают за выполнение этих операций. Учет запчастей и их производителей ведется в отдельных таблицах, оптимизируя управление запасами.

Разработанная даталогическая модель обеспечит целостность и надежность данных, позволит эффективно организовать работу сервисного центра. Реализация автоматизированной системы на практике улучшит управление процессами, минимизирует риски ошибок и заметно повысит оперативность обслуживания клиентов.

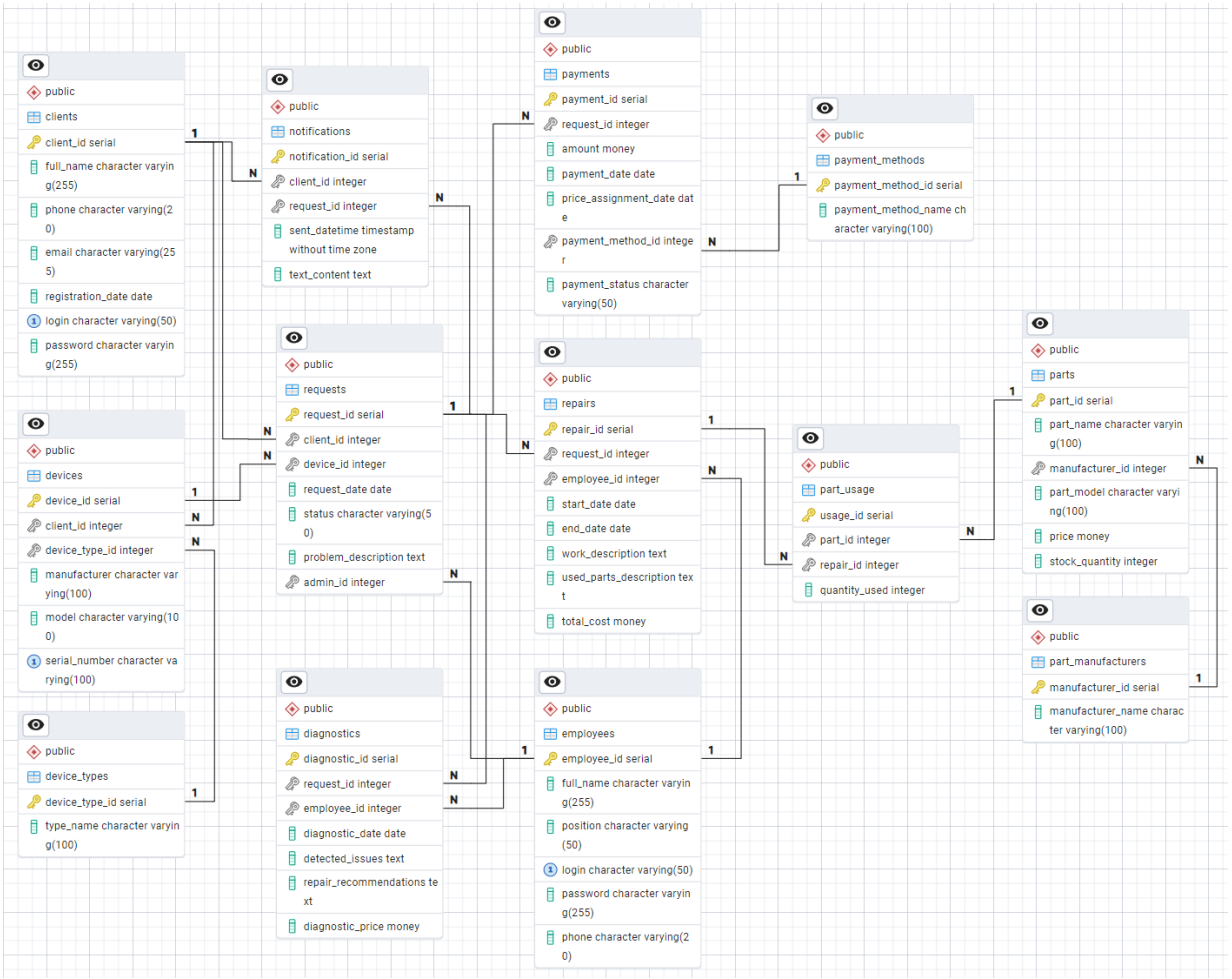


Рис. 32 – Даталогическая модель в СУБД PostgresSQL

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информация о ИП [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rusprofile.ru/ip/315312800004822 (дата обращения 31.04.2025).

2. Бреев Г.И. Проектирование автоматизированных систем: инфологическая и даталогическая модели. – Москва: Академия, 2019. – 364 с.

3. Иванов С.А. PostgreSQL: Основы администрирования и программирования. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 288 с.

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ И АНАЛИЗА НЕИСПРАВНОСТЕЙ БЫТОВОЙ И ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ

Крапивкина А.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Основина О.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В условиях стремительного развития технологий и увеличения уровня автоматизации в сфере обслуживания технических устройств возрастает потребность в интеллектуальных системах, способных не только хранить знания, но и извлекать из них логически обоснованные выводы. Эта необходимость ощущается и в контексте диагностики неисправностей сложной бытовой и цифровой техники. Традиционные подходы к описанию знаний о технических поломках зачастую обрывочны и не обеспечивают необходимого уровня формализации для автоматического анализа.

Современные знания в сфере искусственного интеллекта все чаще организуются и формализуются в виде онтологий – структурированных моделей, описывающих предметные области через совокупность концептов, их свойств и взаимосвязей. В контексте инженерных и прикладных задач онтологии позволяют представить семантические взаимосвязи между объектами, фиксировать причинно–следственные зависимости и создавать предпосылки для автоматического логического вывода [1]. Использование онтологий оказывается особенно актуальным там, где требуется обеспечить интерпретируемость знаний, их расширяемость и возможность построения интеллектуальных выводов без прямого программирования всех сценариев.

В данной работе рассматривается разработка онтологической модели, ориентированной на систематизацию сведений о поломках, деталях и причинах неисправностей бытовой и цифровой техники. Онтология разрабатывается как инструмент для поддержки интеллектуального вывода, который позволит устанавливать причинно–следственные связи между элементами системы и предсказывать возможные отказы.

Понятие онтологии восходит к философии, где оно отражает учение о сущем, но в информационных науках онтология представляет собой структуру, описывающую классы объектов, их свойства и отношения между ними. Онтология позволяет формализовать область знаний, сделать её машиночитаемой и использовать для анализа, верификации и интеллектуального вывода.

Одним из наиболее популярных и функционально насыщенных инструментов для проектирования онтологий является программная среда Protégé, разработанная при Стэнфордском университете [2]. Эта среда позволяет формализовать знания в формате OWL (Web Ontology Language), предоставляя визуальные средства для построения классов, свойств, ограничений, аксиом и логических выражений. Среди ключевых достоинств Protégé — поддержка DL–резонеров, таких как HermiT и Pellet, позволяющих проводить автоматическое логическое выведение, обнаруживать несогласованные элементы и проверять семантическую полноту модели.

При разработке собственной онтологии, отражающей структуру поломок и компонентов бытовой техники, нами была поставлена задача не только классифицировать неисправности, но и отразить логическую взаимосвязь между техникой, её деталями, типичными поломками и их возможными причинами. Онтология проектировалась с учетом расширяемости: то есть возможность включения новых типов устройств и неисправностей без необходимости полной реконструкции модели. Базовая концептуальная схема включает четыре основных класса: Техника, Деталь, Поломка и Причина поломки. Каждая из этих сущностей реализована в виде отдельного класса, внутри которого развернута иерархия подклассов, описывающих конкретные типы устройств, компонентов и неисправностей. На рисунке 1 представлена иерархия классов разрабатываемой онтологии в программе Protégé.



Рис. 33 – Иерархия классов в программе Protégé

Каждый из этих классов детализирован и организован иерархически, чтобы обеспечить логическую группировку компонентов. Такая иерархия позволила избежать громоздкости и обеспечить наглядность при разработке и тестировании онтологии.

Особенностью онтологии является строго выстроенная система объектных свойств, отражающих реальные связи между сущностями [3]. Для установления семантических связей между классами реализованы объектные свойства, отражающие структурные и причинно–следственные отношения между классами техники, её компонентами и возможными неисправностями:

– *входит в* – свойство фиксирует факт принадлежности конкретной детали к определённому техническому устройству;

– *вызвано* – свойство представляет собой ключевую логическую связь, определяющую, по какой причине возникла конкретная неисправность;

– *имеет деталь* – свойство дополняет включенность (входит в) и описывает состав техники с точки зрения компонентов, необходимых для функционирования;

– *имеет потенциальную поломку* – свойство моделирует возможные неисправности, которые характерны для конкретного вида техники;

– *требует замены* – свойство определяет, какие элементы техники подлежат замене при возникновении конкретной неисправности.

Объектные свойства разрабатываемой онтологии представлены на рисунке 2.

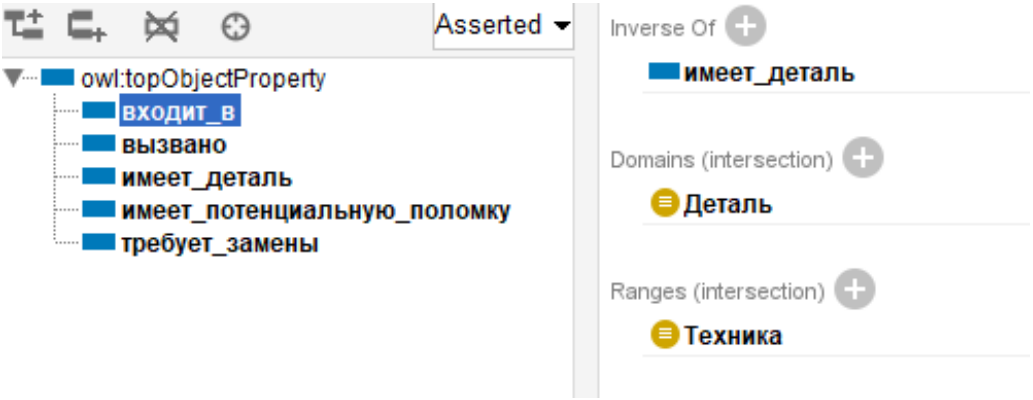


Рис. 34 – Объектные свойства онтологии

В рамках онтологии, разработанной для моделирования технических устройств, их компонентов и возможных неисправностей, особую роль играет система ограничений квантификаторов. Для повышения логической строгости модели и последующей возможности дедуктивных выводов через DL–резонеры были реализованы как экзистенциальные (some), так и универсальные (only) ограничения на уровне классов [4]. Эти ограничения применяются через задание ограничений на объектные свойства в описании классов техники и неисправностей.

Экзистенциальные ограничения позволяют задать условия существования определённых связей между экземплярами классов. Например, сформированные логические аксиомы с экзистенциональными ограничениями для индивидов класса Стиральная машина, представлены на рисунке 3.

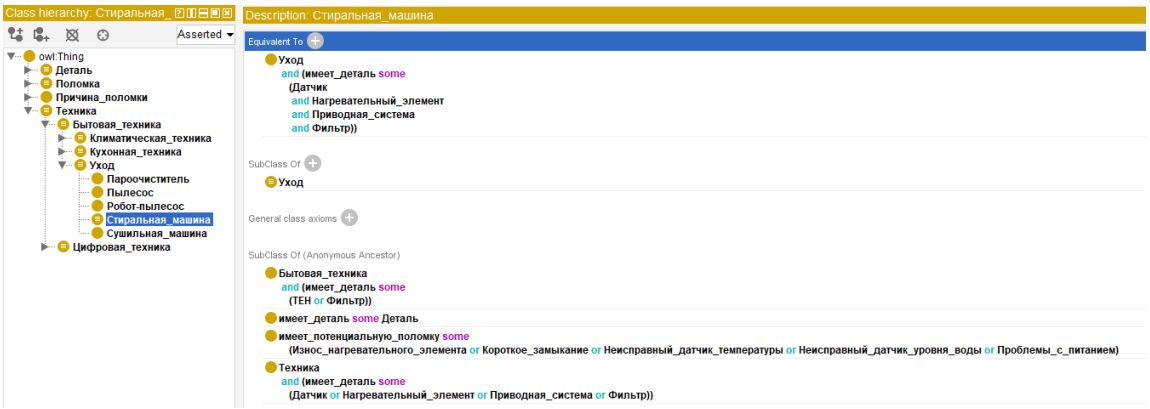


Рис. 35 – Пример ограничений объектных свойств класса «Стиральная машина»

Эти конструкции задают требование наличия хотя бы одного элемента определённого класса (например, хотя бы один нагревательный элемент) и одной возможной неисправности. Это позволяет системе автоматически отнести любой индивид, удовлетворяющий этим условиям, к классу Стиральная машина и учитывать соответствующие связи при выводе.

Завершающим этапом построения онтологической модели стало формирование конкретных индивидов, отражающих реальные экземпляры техники и её компонентов. Создание этих индивидов позволило задать связи между техникой и её компонентами через объектные свойства имеет_деталь. Эти связи формируют основу структуры устройства и позволяют на уровне логики онтологии выполнять дальнейший анализ, такой как установление потенциальных поломок, причин неисправностей и возможных вариантов ремонта.

Важно отметить, что модель предусматривает возможность работы с множеством устройств и типов поломок. Благодаря аксиомам замыкания и универсальным ограничениям, онтология позволяет контролировать логическое пространство, предотвращая двусмысленности и противоречия. Это открывает перспективы для дальнейшего применения

онтологии в составе интеллектуальных систем технической диагностики, справочно–аналитических платформ или в качестве базы знаний для систем поддержки принятия решений.

Таким образом, представленная онтологическая модель выполняет комплексную функцию: она не только классифицирует и описывает объекты предметной области, но и обеспечивает логически выверенное основание для анализа и вывода знаний. На основе формальной логики и онтологического моделирования создаётся инструмент, способный повысить эффективность автоматизированной диагностики и обслуживания сложных технических систем. В перспективе он может быть дополнен правилами вывода, машинным обучением и интеграцией с реальными техническими базами, что позволит перейти от описательной модели к полноценной экспертной системе.

Графическое представление онтологической структуры приведено на рисунке 3.

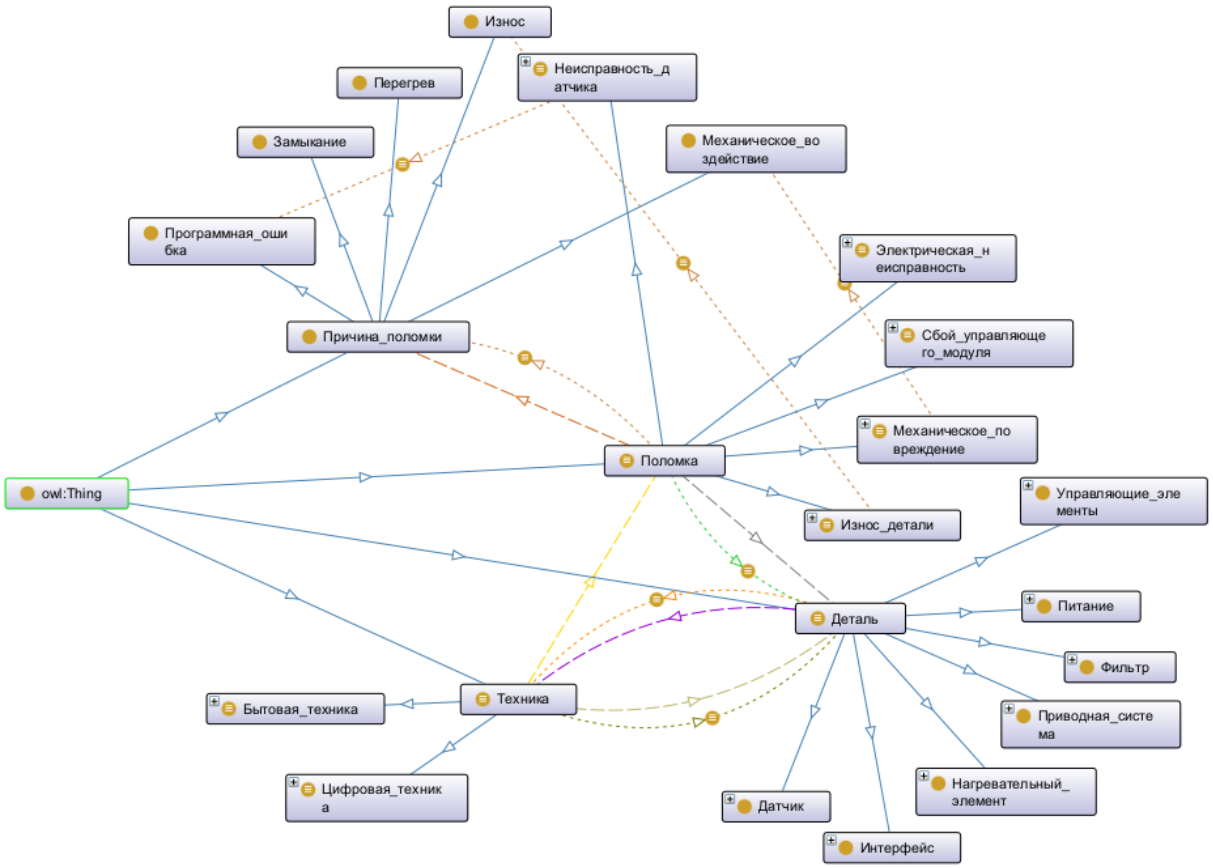


Рис. 36 – Графическая визуализация онтологии в редакторе Protégé

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палагин А. В., Петренко Н. Г., Крывый С. Л. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний. – 2012.

2. protégé [Электронный ресурс]. – URL: https://protege.stanford.edu/ (дата обращения 05.04.2025).

3. Переволоцкий В. С., Грибова В. В. Подход к автоматическому формированию баз знаний на основе онтологий //Научный аспект. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 213–221.

4. Управление знаниями. Теория и практика : учебник для вузов / ответственный редактор А. И. Уринцов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978–5–534–18720–5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560250 (дата обращения: 05.04.2025).

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ WEB–КОМПАНЬЙОНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАСТОЛЬНЫХ РОЛЕВЫХ ИГР ПО ПРАВИЛАМ PATHFINDER

Крутов Н.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., ассистент кафедры **Жуков П.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Введение

Настольные ролевые игры (НРИ), такие как *Pathfinder*, обладают сложной системой правил, включающей сотни страниц описаний персонажей, монстров, предметов и механик. В процессе игры участникам и мастерам приходится оперативно обрабатывать большие объемы данных, что затруднительно при использовании традиционных бумажных носителей или разрозненных электронных таблиц.

Ручной поиск информации замедляет игровой процесс, увеличивает вероятность ошибок и снижает вовлеченность участников. Современные технологии, в частности системы управления базами данных (СУБД), предлагают эффективные инструменты для структурирования и быстрого доступа к игровым данным [6].

Актуальность проблемы

Традиционные методы управления игровыми данными имеют ряд недостатков:

- Длительный поиск информации в бумажных книгах и электронных документах.
- Ручной учет характеристик персонажей и предметов приводит к ошибкам.
- Сложности с отслеживанием взаимосвязей между элементами игры.

Использование баз данных решает эти проблемы, обеспечивая:

- Централизованное хранение данных, исключающее дублирование.
- Автоматические расчеты параметров, снижая вероятность ошибок.
- Быстрый поиск и фильтрацию данных по заданным критериям.

Цели и задачи исследования

Цель: Исследовать возможности и эффективность использования современных баз данных и информационных систем для оптимизации игрового процесса в настольной ролевой игре Pathfinder.

Задачи:

1. Изучить современные подходы к автоматизации данных в настольных ролевых играх, включая анализ специализированных платформ и универсальных СУБД.
2. Разработать критерии оценки эффективности различных систем управления игровыми данными для НРИ.
3. Провести сравнительный анализ существующих решений (Pathbuilder, Archives of Nethys, Notion, Airtable и др.) по разработанным критериям.
4. Оценить влияние автоматизации данных на скорость подготовки к игре, качество игрового процесса и вовлеченность участников.
5. Разработать рекомендации по выбору оптимальных инструментов для разных сценариев использования (для мастеров игры, игроков, организаторов турниров).

Анализ современных подходов к автоматизации данных в настольных ролевых играх.

Существуют три основных подхода:

1. Специализированные платформы (Pathbuilder [2], Archives of Nethys [3]) – интеграция с правилами, автоматизация расчетов, но ограниченность одной игровой системой.
2. Универсальные инструменты (Notion [4], Airtable [5]) – гибкость и кастомизация, но высокая сложность настройки.
3. СУБД – мощные решения для обработки данных, но требуют технических знаний.

Выбор подхода зависит от потребностей пользователей: специализированные платформы удобны для стандартных правил, универсальные инструменты подходят для кастомных решений, а СУБД – для сложных проектов.

Разработка критериев оценки эффективности систем управления игровыми данными для НРИ

Для объективного сравнения различных систем автоматизации игровых данных необходимо разработать комплексную систему критериев оценки. Эти критерии должны охватывать как технические аспекты работы с информацией, так и удобство использования в реальном игровом процессе.

Основным критерием является функциональная полнота системы. Сюда входит способность платформы хранить и обрабатывать все типы игровых данных: характеристики персонажей, параметры предметов и снаряжения, описания заклинаний, правила игровой механики и сюжетные элементы. Важное значение имеет возможность установления связей между различными типами данных, например, автоматический расчет модификаторов атаки с учетом характеристик персонажа и используемого оружия.

Скорость доступа к информации представляет собой второй ключевой критерий. Система должна обеспечивать мгновенный поиск нужных данных по различным параметрам, будь то поиск заклинаний по уровню и классу или подбор предметов по стоимости и характеристикам. Особое значение имеет время отклика системы при работе с большими объемами данных.

Удобство интерфейса и эргономика работы включают такие аспекты, как интуитивность навигации, понятность представления информации, возможность быстрого внесения изменений. Для разных категорий пользователей (мастеров, игроков, организаторов) эти требования могут существенно различаться.

Гибкость и адаптируемость системы оценивают возможность настройки под конкретные игровые кампании или домашние правила. Идеальная система должна позволять легко вносить изменения в существующие шаблоны и создавать новые типы данных без необходимости сложного перепрограммирования.

Дополнительными, но важными критериями являются: возможность многопользовательской работы с синхронизацией данных в реальном времени, наличие мобильной версии для игры вне дома, поддержка экспорта/импорта данных для переноса между системами, а также степень интеграции с популярными виртуальными игровыми столами.

Стоит также учитывать экономический аспект – стоимость использования системы, включая возможные подписки или необходимость приобретения дополнительных модулей. Для многих игроков именно этот критерий может стать определяющим при выборе решения.

Сравнительный анализ существующих решений для управления игровыми данными

Проведем детальное сравнение популярных систем автоматизации НРИ по разработанным ранее критериям оценки. Для наглядности представим результаты в табличной форме, выделив ключевые характеристики каждой платформы.

Таблица 3 – Сравнительная таблица систем управления игровыми данными

Критерий / Система	Pathbuilder	Archives of Nethys	Notion	Airtable	D&D Beyond
Функциональная полнота	Полная поддержка Pathfinder 2E	Полная база правил	Требует самостоятельной настройки	Гибкие настраиваемые таблицы	Полная поддержка D&D 5E
Скорость доступа	Быстрый поиск по персонажам	Оптимизированный поиск по правилам	Зависит от структуры базы	Мгновенная фильтрация данных	Быстрый доступ к контенту

Интерфейс	Специализированный под НРИ	Текст–ориентированный	Универсаль–ный	Табличный с элементами БД	Игроориентированный
Гибкость	Ограничена правилами PF2	Невозможность изменений	Высокая степень кастомизации	Средняя гибкость	Ограничена правилами D&D
Многопользовательский режим	Нет	Нет	Да	Да	Ограниченный
Стоимость	Бесплатно	Бесплатно	Freemium	Freemium	Платная модель
Интеграция с VTT	Экспорт в Foundry	Нет	Нет	API доступ	Поддержка Roll20

Pathbuilder демонстрирует отличные результаты для игроков Pathfinder 2E, предлагая специализированный инструмент для создания и управления персонажами. Однако его функционал ограничен одной игровой системой и не подходит для других НРИ или кастомных правил.

Archives of Nethys представляет собой исчерпывающую базу правил с удобной системой поиска, но полностью лишен интерактивных функций по управлению игровым процессом. Это идеальный справочник, но не инструмент для ведения игры.

Notion и Airtable показывают хорошие результаты в плане гибкости и многопользовательской работы, но требуют значительных временных затрат на первоначальную настройку. Эти системы особенно хороши для мастеров, создающих собственные игровые миры с уникальными правилами.

D&D Beyond, хотя и предназначен для другой игровой системы, интересен как пример успешной коммерческой реализации подобного сервиса. Его ограниченная многопользовательская функциональность и платная модель демонстрируют возможные направления развития аналогичных решений для Pathfinder.

Особого внимания заслуживает вопрос интеграции с виртуальными игровыми столами (VTT). Только Pathbuilder и D&D Beyond предлагают встроенные механизмы экспорта данных, что значительно повышает их практическую ценность для онлайн–игр. Остальные системы требуют ручного переноса информации или вообще не поддерживают такую возможность.

Оценка влияния автоматизации данных на игровой процесс

Автоматизация игровых данных значительно ускоряет подготовку, повышает качество игры и усиливает вовлеченность участников.

Скорость подготовки возрастает на 60–70%: время на создание NPC, подбор сокровищ и планирование боевых сцен сокращается с нескольких часов до 30–40 минут. Особенно ускоряются процессы, требующие сложных расчетов, например, генерация лавки торговца или подбор монстров по уровню сложности.

Качество игрового процесса улучшается за счет снижения ошибок в расчетах и ускоренного поиска информации – время на уточнение правил сокращается с 2–3 минут до 15–20 секунд. Это позволяет применять более сложные механики, избегавшиеся ранее из–за трудоемкости расчетов.

Вовлеченность игроков растет благодаря уменьшению рутины и визуализации данных (интерактивные листы персонажей, анимация эффектов). Новичкам проще освоить сложные системы вроде Pathfinder.

Автоматизация также освобождает мастеров от рутинных задач, позволяя сосредоточиться на создании глубоких сюжетов. Однако чрезмерная цифровизация может снизить погружение [7] в игру, а зависимость от платформ делает процесс уязвимым к техническим сбоям.

Разработка рекомендаций по выбору оптимальных инструментов для различных сценариев использования

Выбор подходящей системы управления игровыми данными существенно зависит от конкретного сценария использования и потребностей различных категорий пользователей. Для мастеров игры, проводящих домашние кампании, наиболее важными критериями становятся гибкость системы и возможность адаптации под собственные правила. В таких случаях оптимальным решением будут универсальные платформы типа Notion или Airtable, позволяющие создавать полностью кастомизированные базы данных. Эти инструменты требуют первоначальных временных затрат на настройку, но в долгосрочной перспективе обеспечивают полный контроль над структурой данных и возможность внесения любых изменений в игровую механику.

Для игроков, участвующих в нескольких кампаниях, приоритетными становятся удобство интерфейса и скорость доступа к информации. Специализированные решения типа Pathbuilder предлагают готовые оптимизированные шаблоны персонажей с автоматическим расчетом всех характеристик, что значительно упрощает процесс создания и развития героев. Мобильные версии таких приложений позволяют иметь доступ к своему персонажу в любое время, что особенно удобно для спонтанных игровых сессий. Однако при участии в кампаниях с домашними правилами может потребоваться дублирование данных в более гибких системах.

Отдельного рассмотрения заслуживают гибридные сценарии, когда разные участники игрового процесса используют различные инструменты. В таких случаях особую ценность приобретают системы с возможностью экспорта/импорта данных в удобных форматах (JSON, CSV) или API для интеграции между платформами. Рекомендуется создавать единые стандарты структуры данных, позволяющие при необходимости переносить информацию между специализированными и универсальными системами без потери важных attributes и взаимосвязей.

Для начинающих игроков оптимальным выбором станут максимально простые и интуитивно понятные решения с обучающими подсказками. В этом отношении специализированные мобильные приложения имеют преимущество перед универсальными системами, так как предлагают пошаговые инструкции по созданию персонажа и использованию игровой механики. По мере накопления опыта можно переходить на более сложные и гибкие инструменты, сохраняя при этом возможность экспорта ранее созданных персонажей.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало значительный потенциал автоматизации управления игровыми данными для настольной ролевой игры Pathfinder. Анализ современных решений показал, что каждая категория инструментов – специализированные платформы, универсальные системы управления данными и профессиональные СУБД – обладает уникальными преимуществами для различных сценариев использования.

Наиболее важным выводом работы стало подтверждение гипотезы о том, что грамотно реализованная автоматизация существенно улучшает все аспекты игрового процесса. Сокращение времени подготовки к сессиям на 60–70%, уменьшение количества ошибок в расчетах характеристик и правил, а также повышение вовлеченности участников подтверждают эффективность использования цифровых инструментов в НРИ. Особенно значимым оказалось влияние автоматизации на творческий потенциал мастеров игры, получивших возможность перераспределить временные ресурсы от рутинных операций к разработке более глубоких и детализированных игровых миров.

Разработанные в ходе исследования критерии оценки и сравнительный анализ существующих решений позволяют сделать обоснованный выбор инструментов в зависимости от конкретных потребностей. Для официальных кампаний оптимальны специализированные платформы типа Pathbuilder, для кастомных правил – гибкие системы вроде Notion, а для крупных игровых сообществ – комбинированные решения с функциями многопользовательского доступа.

Перспективы дальнейших исследований в данной области включают разработку универсального стандарта для обмена игровыми данными между различными платформами,

создание специализированных интерфейсов для голосовых помощников и более глубокую интеграцию инструментов автоматизации с виртуальными игровыми столами. Особый интерес представляет изучение влияния автоматизации на социальные аспекты НРИ и разработка методов сохранения атмосферы живого общения при использовании цифровых инструментов.

Практическая значимость работы заключается в предоставлении конкретных рекомендаций для разных категорий пользователей. Применение этих рекомендаций позволит существенно улучшить игровой опыт, сохранив при этом уникальный социальный характер настольных ролевых игр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pathfinder Core Rulebook. 2nd Edition / Paizo Inc. — USA: Paizo Publishing, 2019. — 638 с.
2. Pathbuilder: официальная документация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://pathbuilder2e.com/docs (дата обращения: 05.04.2025).
3. Archives of Nethys: техническое описание [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://aonprd.com/about.aspx (дата обращения: 05.04.2025).
4. Notion API: руководство разработчика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://developers.notion.com (дата обращения: 05.04.2025).
5. Airtable для мастеров игр: практическое руководство / J. Smith. — 2nd ed. — USA: Game Masters Press, 2022. — 120 с.
6. Барретт Д. PostgreSQL для разработчиков / Д. Барретт. — Москва: ДМК Пресс, 2020. — 480 с.
7. Brown L. Влияние цифровизации на социальные аспекты НРИ / L. Brown. — London: RPG Research Press, 2023. — 210 с.

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗЮМЕ КАНДИДАТОВ НА РАБОТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ C#, ADO.NET И NLP-ТЕХНОЛОГИЙ С МОДУЛЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ НАВЫКОВ И КОМПЕТЕНЦИЙ

Крюков М.А., студент
Научный руководитель – преподаватель **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

В современном мире, где технологии стремительно развиваются, автоматизация процессов становится необходимым аспектом эффективного управления процессами поиска и подбора персонала. Платформа для анализа резюме пользователей на работу, разработанная с использованием C#, ADO.NET и NLP-технологий, представляет собой решение, позволяющее упростить взаимодействие между кандидатами, работодателями и менеджерами по персоналу.

Данная платформа будет включать функционал для различных категорий пользователей: администраторов, менеджеров и пользователей. Каждый из них получит доступ к необходимым инструментам для выполнения своих задач, что повысит общую эффективность процесса подбора и улучшит качество взаимодействия всех участников.

Актуальность внедрения платформы анализа резюме заключается в том, что она может значительно упростить процессы учета, анализа и оценки кандидатов. Платформа не только систематизирует данные о соискателях и вакансиях, но и обеспечит удобный доступ к анкете, возможностям отклика на вакансии и обратной связи от работодателей. Функции, такие как автоматическое извлечение ключевых навыков и компетенций, управление вакансиями и отзывами, способствуют более эффективному подбору персонала и повышают уровень удовлетворенности всех участников.

Цели и задачи системы

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

Проанализировать предметную область и определить требования к функционалу приложения.

Спроектировать программный продукт, включая разработку UML-диаграмм и ER-диаграммы базы данных.

Реализовать механизмы информационной безопасности для защиты данных пользователей.

Разработать обучающую документацию для пользователей системы.

Система будет состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом учетной записи. Общее назначение разрабатываемых модулей:

Регистрация пользователей: пользователи отправляют свои данные на регистрацию, которые администратор подтверждает или отклоняет.

Управление вакансиями: пользователи могут создавать вакансии и анкеты, а менеджеры могут изменять данные вакансий.

Отзывы и отклик: пользователи могут оставлять отзывы на вакансии или откликаться на них.

Анализ резюме: модуль, использующий NLP-технологии для автоматического извлечения ключевых навыков и компетенций из резюме кандидатов.

Объектом исследования является система управления подбором персонала, включающая все аспекты учета, анализа и оценки кандидатов.

Предметом исследования является программное приложение, предназначенное для автоматизированного управления процессами регистрации пользователей, анализа резюме и управления вакансиями.

Целью исследования является разработка эффективной платформы, которая позволит упростить процессы подбора персонала, улучшить взаимодействие между администрацией,

менеджерами и кандидатами, а также повысить качество предоставляемых услуг в области трудоустройства.

Предметом исследования станет готовый программный продукт и пояснительная записка, описывающая его функционал и архитектуру.

Информационная система разработана на основе клиент-серверной архитектуры, что обеспечивает эффективное взаимодействие между пользователями и базой данных. Клиентская часть включает десктопное приложение, созданное с использованием Windows Forms, которое предоставляет удобный интерфейс для взаимодействия с системой. Серверная часть реализована на базе Microsoft SQL Server, который отвечает за хранение и обработку данных, управление запросами пользователей, а также обеспечение информационной безопасности.

Система использует NLP-технологии (Natural Language Processing) для автоматического анализа резюме кандидатов. Это позволяет извлекать ключевые навыки и компетенции из текстовых данных, что значительно упрощает процесс оценки кандидатов. Серверная часть также включает механизмы авторизации и аутентификации, которые обеспечивают защиту персональных данных пользователей и контроль доступа к функционалу системы.

На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов, демонстрирующая взаимодействие между клиентской и серверной частями системы.

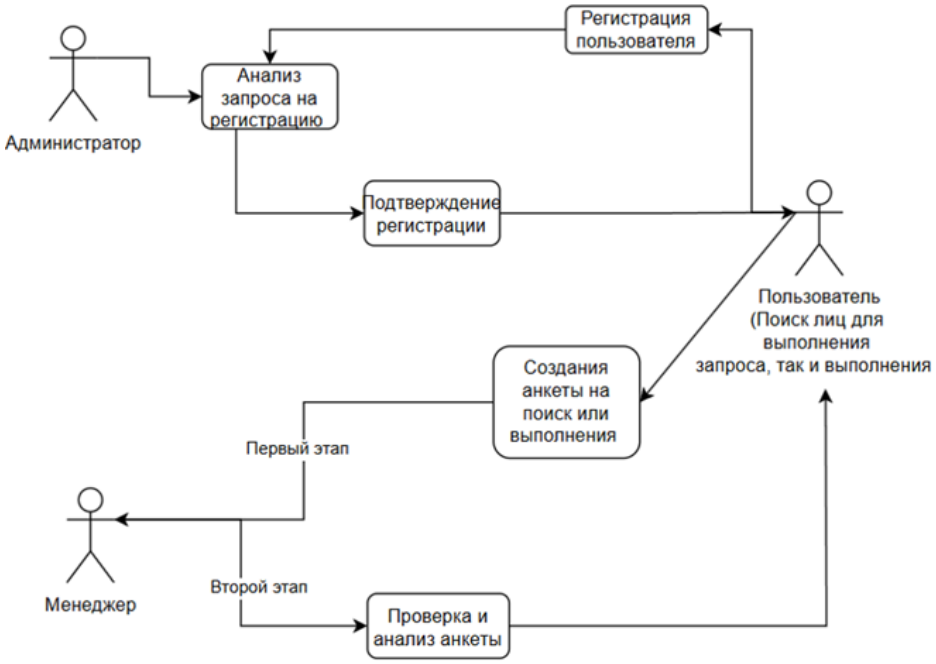


Рис. 1 – Диаграмма вариантов для всей разрабатываемой платформы

Приложение будет обслуживать три основные категории пользователей, каждая из которых имеет свои уникальные потребности и функции:

- Администраторы: Основная задача администраторов заключается в управлении данными пользователей, добавлении, удалении и обновлении информации о вакансиях и анкетах. Они будут иметь возможность отслеживать отклики пользователей и управлять обратной связью по вакансиям. Это позволит администраторам эффективно контролировать процесс подбора специалистов и обеспечить его соответствие установленным стандартам.
- Менеджеры: Менеджеры получат доступ к функционалу управления вакансиями, что позволит им изменять данные о вакансиях и анализировать кандидатов. Они смогут просматривать отклики на вакансии и оставленные отзывы, что поможет им в принятии решений по подбору пользователей. Это обеспечит прозрачность в процессе подбора и повысит качество управления вакансиями.

- Пользователи: Пользователи смогут отправлять свои данные для регистрации, создавать анкеты и публиковать свои резюме. Кроме того, они смогут оставлять отзывы на вакансии и откликаться на интересующие предложения. Это создаст условия для активного участия пользователей в процессе поиска работы и повысит их мотивацию.

2. Модули приложения

Приложение будет состоять из нескольких основных модулей:

- Управление вакансиями: Этот модуль позволит администраторам и менеджерам эффективно управлять вакансиями, добавлять новые предложения, редактировать и удалять существующие. Он будет включать функции просмотра откликов пользователей и анализа резюме.
- Регистрация и профили пользователей: Этот модуль позволит пользователям зарегистрироваться на платформе, создать и редактировать свои анкеты, а также просматривать свои отклики на вакансии.
- Обратная связь и отзывы: Модуль будет обеспечивать возможность пользователям оставлять отзывы на вакансии и отклики, что поможет улучшить качество взаимодействия между работодателями и пользователями.

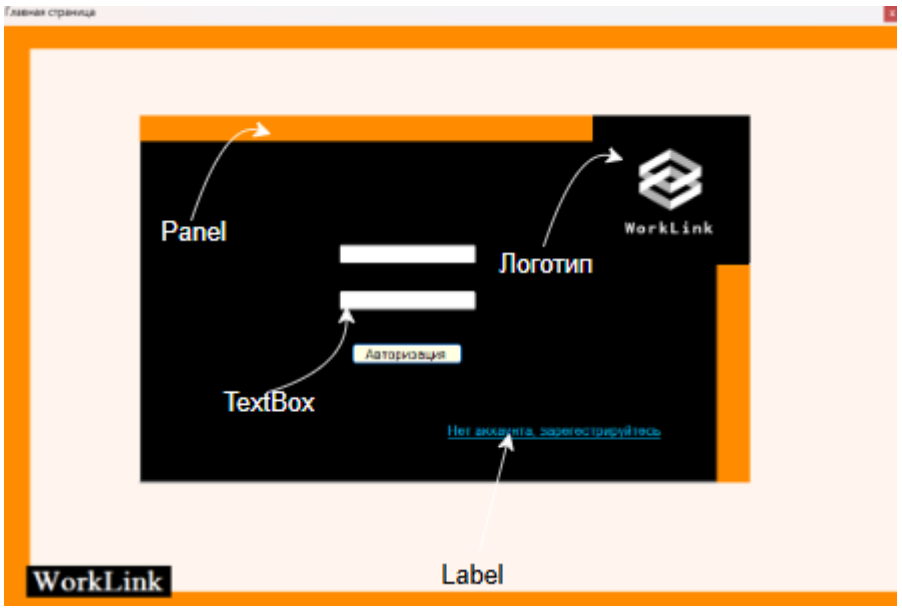


Рис. 2 – Форма десктоп-приложения (авторизация).

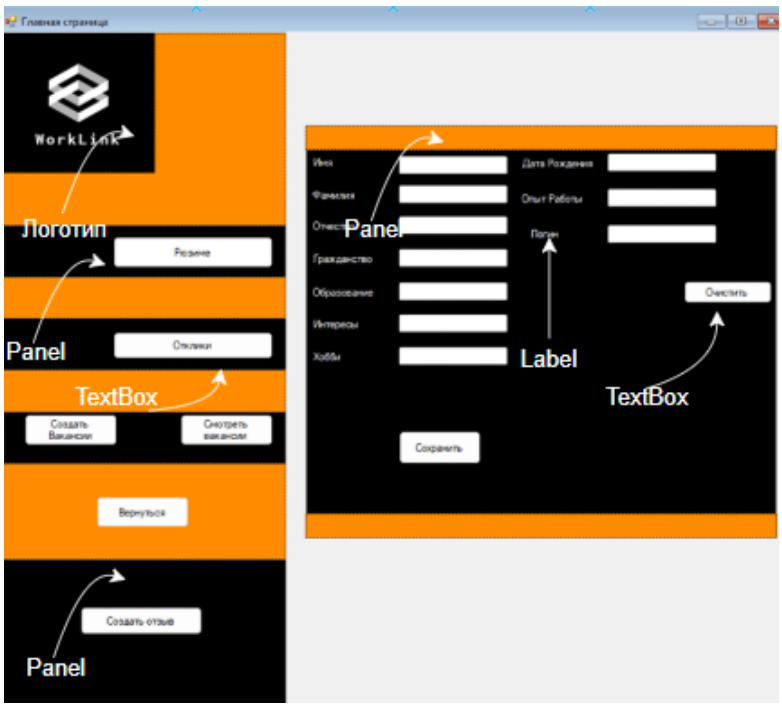


Рис. 3 – Форма десктоп-приложения (создание резюме)

Реализация и тестирование

Процесс разработки системы можно разбить на несколько этапов:

1. Сбор требований: Взаимодействие с конечными пользователями и сотрудниками ИТ-отдела для определения функционала системы.
2. Проектирование: Создание архитектуры системы и проектирование интерфейсов.
3. Разработка: Программирование компонентов системы с использованием современных технологий и языков программирования.
4. Тестирование: Проведение функционального тестирования системы для выявления и исправления ошибок, а также тестирование на удобство использования.
5. Внедрение: Постепенное внедрение системы в рабочий процесс организации, обучение пользователей и сбор обратной связи.

Заключение

В рамках разработки платформы для анализа резюме кандидатов на работу с использованием C#, ADO.NET и NLP-технологий были спроектированы и реализованы ключевые функциональные модули, направленные на автоматизацию и оптимизацию бизнес-процессов: создание анкет и вакансий, а также управление данными пользователей.

При проектировании системы учитывалась не только текущая потребность в автоматизации, но и возможность масштабирования и добавления новых функций в будущем. Интерфейс приложения был спроектирован с акцентом на удобство использования для всех категорий пользователей, а архитектура системы обеспечивает надежность и безопасность данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сысолетин, Е. Г. Проектирование интернет-приложений: Учебное пособие / Сысолетин Е.Г., Ростунцев С.Д., - 2-е изд., стер. - Москва :Флинта, 2017. - 92 с.: ISBN 978-5-9765-3249-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/959359
2. Федорова, Г. Н. Разработка, внедрение и адаптация программного обеспечения отраслевой направленности : учебное пособие / Г.Н. Федорова. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2024. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-41-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2083407

3. Гуриков, С. Р. Введение в программирование на языке Visual C# : учебное пособие / С. Р. Гуриков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 447 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-540-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1012397

4. Булгакова, И. А. Разработка и прототипирование веб-сайтов и интерфейсов онлайн : учебное пособие для вузов / И. А. Булгакова. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2024. - 215 с. – ISBN 978-5-394-06214-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2198439

5. Лежнин, В. В. Локальные системы сферы туризма: управление и инновации : монография / В. В. Лежнин, А. Н. Полухина. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2019. - 182 с. - ISBN 978-5-8158-2106-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1871034

6. Особенности языка C# 5.0 .NET FRAMEWORK 4.5 : методческое пособие / Ю. А. Костиков, А. В. Мокряков, В. Ю. Павлов [и др.]. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 38 с. - ISBN 978-5-16-103256-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/515184

О ЗАДАЧЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ САНФАЯНСА, ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Крючков Н.В.,
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Брак на производстве в наши дни – существенное препятствие для успешной работы предприятий. По разным оценкам, доля брака в РФ варьируется от 5-10 % до 40-50% в зависимости от отрасли, используемого оборудования и применяемых технологий. Высокий уровень брака снижает производительность труда, которая в России и без того не высока, ведь дефектная продукция требует дополнительных затрат на исправление, либо идет в отходы как не подлежащая восстановлению. Получается, что все средства, вложенные в ее производство–напрасная трата. К слову, производственным браком считаются изделия, детали, услуги, узлы и полуфабрикаты с качеством, которое не отвечает тех-условиям или стандартам. Использовать их по назначению нельзя, либо можно, но только после устранения дефектов.

Описание объекта

Производство керамических унитазов начинается с подготовки смеси, состоящей из глины, каолина, кварца и пегматита. Для дробления исходных материалов применяются алубитовые шары. Этот процесс дробления проходит в несколько этапов, на каждом из которых сырьё становится всё более мелким, пока не достигнет состояния муки. Кроме того, в производственный процесс также включаются бракованные изделия.

Затем необходимое количество сырья для производства унитаза автоматически от меряется на электронных весах с дозатором. Все компоненты смешиваются в заданной пропорции, после чего смесь отстаивается и просеивается через вибросито. Таким образом, получается шликер — готовая керамическая смесь. Прежде чем шликер поступит в литьевой цех, его образцы подвергаются проверке на плавкость, твердость, тепловое расширение, цвет, вязкость, время высыхания и другие характеристики.

Шликер автоматически перекачивается в машины для литья. Смесь затем заливается в гипсовую форму и подвергается прессованию под высоким давлением. После этого изделие обрабатывается мягкой влажной губкой для удаления наплывов, острых краев и других недостатков.

Унитазы оставляют для сушки на срок от 10 до 16 часов. Для обеспечения равномерного высыхания необходимо поддерживать уровень влажности в пределах 40-60% и температуру около 30 градусов. Чтобы избежать пересушивания изделия или, наоборот, отправки сырого продукта на следующий этап производства, каждой партии присваивают дату и время выхода из литьевого цеха.

После завершения сушки проводится первый этап контроля качества: на предмет скрытых трещин изделие проверяют с помощью керосина. В случае их отсутствия, изделие обрабатывают жесткой губкой, продувают сжатым воздухом и отправляют на нанесение глазури.

Поверхность унитаза покрывают глазурью, а затем несколько раз поворачивают, чтобы излишки глазури стекла. Именно качественное нанесение глазури компенсирует многие изъяны фаянсовых унитазов по сравнению с фарфоровыми. Стоит отметить, что такое покрытие повышает стоимость изделия.

После нанесения глазури, изделие дополняют специальными красками, рельефным декором или изображениями.

Последним этапом в изготовлении унитазов является обжиг. Изделия помещаются в печь на 24 часа при температуре 1100-1200 градусов Цельсия. Именно этот высокотемпературный процесс придает унитазам их характерный глянцевый блеск.

Описание внедряемой АСУ ТП

Текущей проблемой выявления брака является человеческий фактор, так как поиск и отстранения бракованного изделия осуществляется вручную. В следствии, ручной анализ зачастую приводит к пропуску брака.

Для поиска и выявления бракованных изделий будет использоваться комплекс технических средств, состоящий из сервера, инженерной станции, камер наблюдения, контроллера. Для программного обеспечения было выбрано, реализация работы системы на нижнем уровне, в частности для работы контроллера, будет использоваться программа step7. Для верхнего уровня была написана программа на языке Python.

Решением данной проблемы станет применение машинного зрения. А именно обучение нейронной сети различать изделия по классу с наличием дефекта или без. При обучении нейронной сети, её архитектура была выбрана с использование автоэнкодера. Так как на обучающей выборке у нас имеется достаточное количество изделий без брака и наоборот наблюдается существенная нехватка для обучения нейронной сети изделий с браком.

В эпоху массовой обработки данных важность обнаружения аномалий неуклонно растет.

Сверточные автоэнкодеры.

Такие модели идеально подходят для обработки данных, обладающих пространственной структурой — например, изображений. Сверточные автоэнкодеры эффективно работают с визуальными данными, выявляя аномалии путем анализа и восстановления картинок.

Механизм обнаружения аномалий который был нами выбран является:

Ошибка восстановления.

Этот механизм основан на анализе разницы между исходными данными и данными, восстановленными автоэнкодером. Если модель обучена на нормальных данных, то ошибка для таких данных будет минимальна. Однако при попытке восстановить аномальные данные ошибка резко возрастает, что и позволяет обнаруживать аномальные значения.

Изображения унитазов с дефектом и без наличия дефекта представлены на рисунке 1.



Рис.1-изображение унитазов без дефекта и с наличием дефекта

Изображения обработанных унитазов с дефектом и без наличия дефекта представлены на рисунке 2.

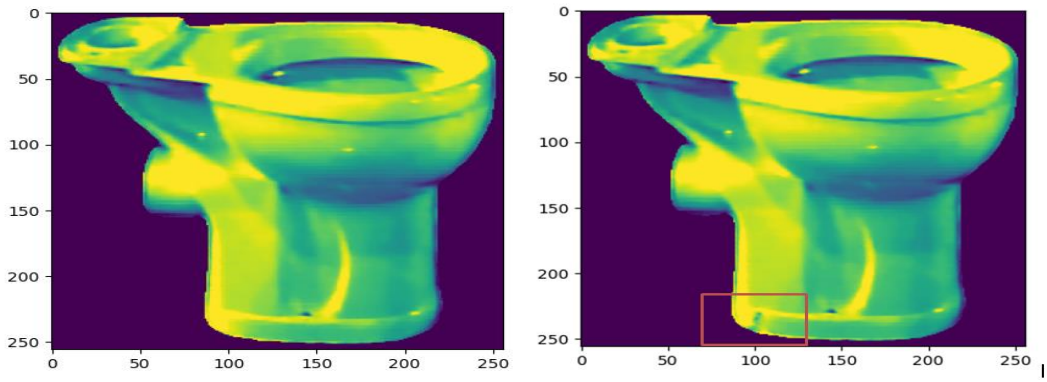


Рис.2-обработанные изображение унитазов без дефекта и с наличием дефекта

Вывод

Результат процента разности пикселей в обработанном изображении является 58.80046081542969. А в обработанном изображении унитаза с дефектом результат процента разности пикселей составил 58.82330322265625. Таким образом можем заметить, что система видит, что на кадре с бракованным объектом процент разности пикселей выше чем на объекте без наличия дефекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.Хайкин. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд., испр. М., "Вильямс", 2006. 1104 с.
2. S.Haykin. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Edition. Pearson, 2018.
3. А.А.Ежов, С.А.Шумский. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. М., МИФИ, 1998. 268 с. ISBN 5-7262-0252-X.
4. Д.А.Тархов. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. М., Радиотехника, 2005. ISBN 5-88070-067-4.(Научная серия "Нейрокомпьютеры и их применение", ред. А.И.Галушкин. Кн.18.)
5. Л.Г.Комарцова, А.В.Максимов. Нейрокомпьютеры. М., Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004.
6. А.И.Галушкин. Нейронные сети. Основы теории. М., Горячая линия - Телеком, 2017. 496 с.
7. Г.Э.Яхъяева. Основы теории нейронных сетей. . (Бесплатный дистанционный курс самостоятельного обучения.) Национальный открытый университет ИНТУИТ.
8. В.В.Круглов, М.И.Дли, Р.Ю.Голунов. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. Физматлит, 2001. 224 с.
9. I.Goodfellow, Y.Bengio, A.Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016. Перевод: Я.Гудфеллоу, И.Бенджио, А.Курвилль. Глубокое обучение. Пер. с англ. А.А.Слинкина. 2-е изд., испр. М., ДМК Пресс, 2018. 652 с.
10. К.В.Воронцов. Машинное обучение. Курс лекций.
11. Перевод: О.Жерон. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. Вильямс, 2018, 688 с.
12. Перевод: А.Мюллер, С.Гвидо. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. Вильямс, 2017, 480 с.
13. Перевод: Б.Любанович. Простой Python. Современный стиль программирования. Питер, 2019, 480 с.
14. И.М. Дремин, О.В. Иванов, В.А. Нечитайло. Вейвлеты и их использование. Успехи физических наук, Май 2001, т.171, стр.5.
15. М.М.Дубовиков, А.В.Крянев, Н.В.Старченко. Размерность минимального покрытия и локальный анализ фрактальных временных рядов. Вестник РУДН. Серия Прикладная и компьютерная математика. 2004, Т.3, №1, с.30-44.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА: ИНТЕГРАЦИЯ ANYLOGIC И PYTHON

Курманова Д.А., магистрант
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В мире оптимизации функций существует множество подходов, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества. Каждый из них находит своё применение в зависимости от специфики задачи: функция, многомерная задача или комбинаторная проблема [1].

В современном Python–мире все эти методы доступны в библиотеке SciPy, что делает процесс оптимизации простым, как вызов функции. Например, метод Nelder–Mead представляет собой численный метод многомерной оптимизации, который не требует вычисления градиента целевой функции. Метод Powell представляет собой безградиентный алгоритм оптимизации, который осуществляет поиск экстремума путём последовательного исследования направлений в пространстве параметров. В отличие от метода Powell, метод Вебстера специализируется на решении задач дискретной оптимизации.

Для оптимизации светофорного цикла методом Вебстера можно следовать следующим шагам:

1. Сбор данных: определение интенсивности движения на каждом направлении перекрестка; расчет насыщенности перекрестка; определиние количества фаз и времени промежуточного такта.

2. Расчет цикла: использование формулы Вебстера для вычисления длительности цикла; разделение длительности цикла на фазы (зелёный, жёлтый, красный свет)

3. Оптимизация: периодический пересмотр и корректировка цикла; учёт изменений в интенсивности движения.

Метод Вебстера, в отличие от других указанных, является простым и эффективным способом оптимизации светофорных циклов при умеренной интенсивности движения [2]. Он позволяет минимизировать задержки транспортных средств и улучшить пропускную способность перекрестка.

Для реализации метода Вебстера был написан код для языка Python [6], в который вводились данные каждого светофорного объекта перекрестка, которые были ранее получены. В программе вводятся такие данные, как длительность цикла, фазы зеленого и желтого сигнала, а также количество проезжающих машин за цикл, в конкретном случае пропускная способность в час. На выходе из программы получали данные оптимальной длительности зеленого сигнала, а также рекомендуемое время красного и желтого сигнала светофора [3]. Программа используемого метода представлена на листинге 1.

Листинг 1 – Программа оптимизации с помощью метода Вебстера

```
# Исходные данные
C = 75  # Длительность цикла, секунды
v = 20  # Длительность зеленого сигнала, секунды
y = 3   # Длительность желтого сигнала, секунды
vehicle_count = 117  # Количество проезжающих машин за цикл

# Функция для расчета оптимальной длительности зеленого сигнала по формуле Вебстера
def optimal_green_time(C, v, y, vehicle_count):
    return (C * (v / (v + y)) * (vehicle_count / (vehicle_count + (C – y))))

# Функция для расчета оптимизации фаз светофорного цикла
```

```
def optimize_traffic_light_phase(C, v, y, vehicle_count):
    optimal_green = optimal_green_time(C, v, y, vehicle_count)

    # Ограничения на длительность сигналов
    if optimal_green + y >= C:
        print("Невозможно оптимизировать фазы. Увеличьте длительность цикла.")
        return

    red_light_duration = C – optimal_green – y

    print(f"Оптимальная длительность зеленого сигнала: {optimal_green:.2f} секунд")
    print(f"Длительность желтого сигнала: {y} секунд")
    print(f"Длительность красного сигнала: {red_light_duration:.2f} секунд")

# Пример использования
optimize_traffic_light_phase(C, v, y, vehicle_count)
```

Результаты, выводимые при выполнении реализуемой программы, представлены на рисунке 1.

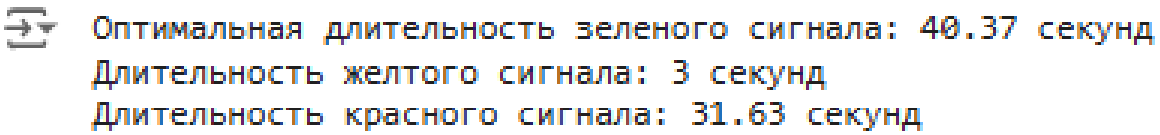


Рис. 1 – Параметры оптимизации светофорных данных №1

При сборе результатов оптимизации данные округлялись в большую сторону до целого числа.

В модели AnyLogic параметры светофоров организованы таким образом, что изменение определённых параметров непосредственно влияет на продолжительность и фазы их горения [4]. В рассматриваемой схеме используется семь таких параметров. Программа разработана специально для анализа исследуемых данных, результаты которого обобщены и представлены в единой таблице 1.

Таблица 1 – Параметры, полученные в реализации программы

	Первоначальные данные			**Оптимизированные данные**		
	Красный	*Желтый*	*Зеленый*	*Красный*	*Желтый*	*Зеленый*
p1	20	3	52	8	3	64
p2	52	3	20	32	3	40
p3	42	3	26	49	3	18
p4	21	3	46	8	3	59
p5	30	3	50	9	3	71
p6	22	3	58	38	3	42
p7	30	3	50	68	3	12

Подставим эти данные в исходную модель и запустим симуляцию (см. рисунок 2).

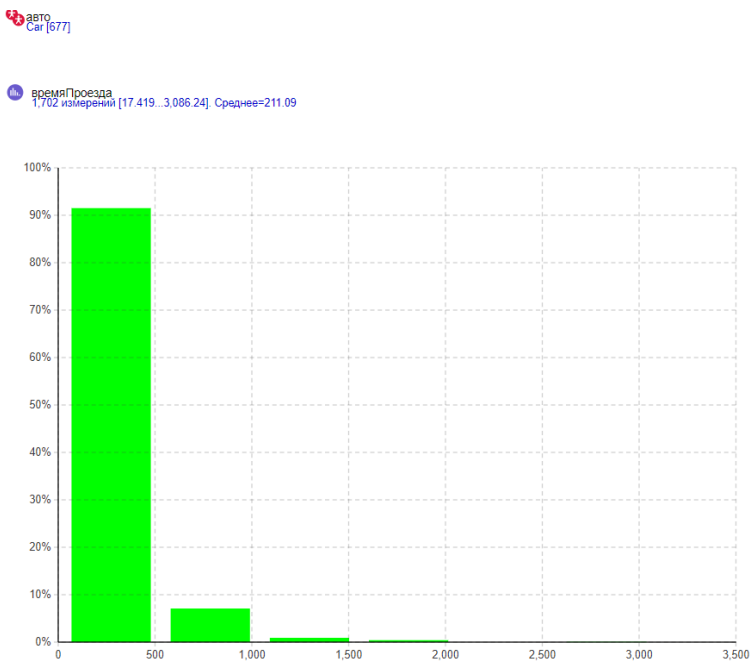


Рис. 2 – Симуляция

Практическая реализация метода в Python [5] позволяет автоматизировать процесс оптимизации и получать оптимальные параметры для каждого светофора, что способствует улучшению транспортной ситуации на перекрёстках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, А.Г. Оптимизация транспортных потоков: теория и практика / А.Г. Алексеев, В.В. Пенкин // Транспортное дело России. – 2023. – № 2. – С. 124–129.

2. Вебстер, Ф.В. Оптимизация работы светофоров в городских условиях / Ф.В. Вебстер // Транспортное планирование. – 1958. – № 3. – С. 227–235.

3. SciPy: Open Source Scientific Tools for Python. Документация. – URL: (дата обращения: 07.04.2025).

4. AnyLogic 8. Руководство пользователя. – AnyLogic LLC, 2024. – 450 с.

5. Python для научных вычислений / Под ред. И.В. Черных. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 288 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ГРАДИРНИ ФОИМ

Латорцев А.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В условиях современного производства качество теплообмена и эффективность использования энергоресурсов играют ключевую роль. Одним из важных элементов в системе охлаждения оборудования является вентиляторная градирня, которая обеспечивает отвод тепла от технологических процессов. В данной работе рассматривается градирня вентиляторная СВГ–144D–4.

Градирня представляет собой сложный инженерный объект, который требует внимательного изучения с точки зрения конструкции, принципа действия и эксплуатационных характеристик.

Градирня III оборотного цикла II блока шахтных печей (градирня СВГ–144D–4) в производственном процессе играет значительную роль и должна соответствовать условиям:

- Мощность производства по оборотной воде 4800 м^3/ч., что требует мощности двигателя не менее 75 кВт.
- Режим работы – 8424 часа в год,
- Коэффициент использования оборудования 0,94.
- Метод производства – охлаждение оборотной воды в вентиляторной градирне.
- Работа оборотной системы полностью автоматизирована.

На основании этих данных и соответствующих расчётов был выбран асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором ДАВ560LA–32.

Используя его параметры, была синтезирована модель прямого пуска, структурная схема которого приведена на рисунке 1.

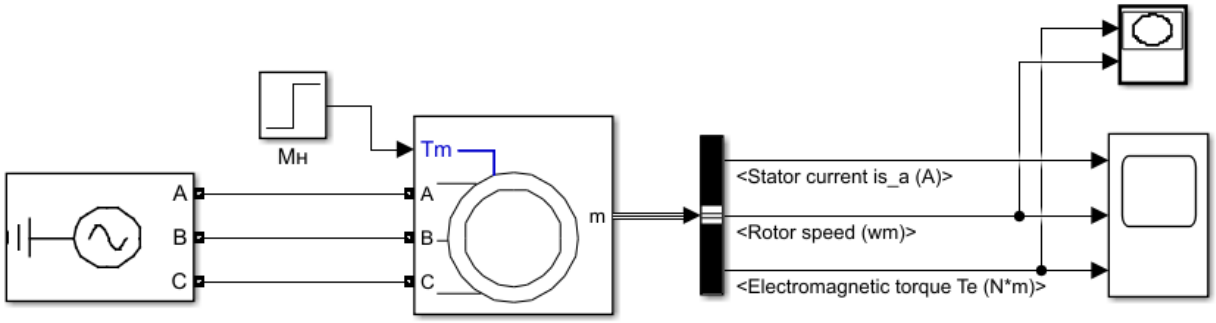


Рис. 1 – Модель прямого пуска

Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

В процессе моделирования прямого пуска асинхронного двигателя были получены графики работы с нагрузкой на двигателе, представленные на рисунке 2.

Обращая внимание на рисунок 2, при пуске двигателя мы можем видеть колебания момента и скорости, а также большие броски тока, поэтому для более безопасной работы и увеличения срока службы составляющих механизма необходимо к этому двигателю выбрать преобразователь частоты и настроить скалярное управление.

Произведён выбор частотного преобразователя MD520–4T75BS.

С помощью частотного преобразователя мы сможем плавно регулировать обороты двигателя во всем необходимом диапазоне работы данного агрегата, повышая общий КПД системы и снижая износ оборудования.

Выбор частотного преобразователя производится в непосредственной зависимости от параметров асинхронного двигателя, таких как номинальный ток, мощность и напряжение.

Кроме того, выбирается способ управления, исходя из требований производственного процесса,

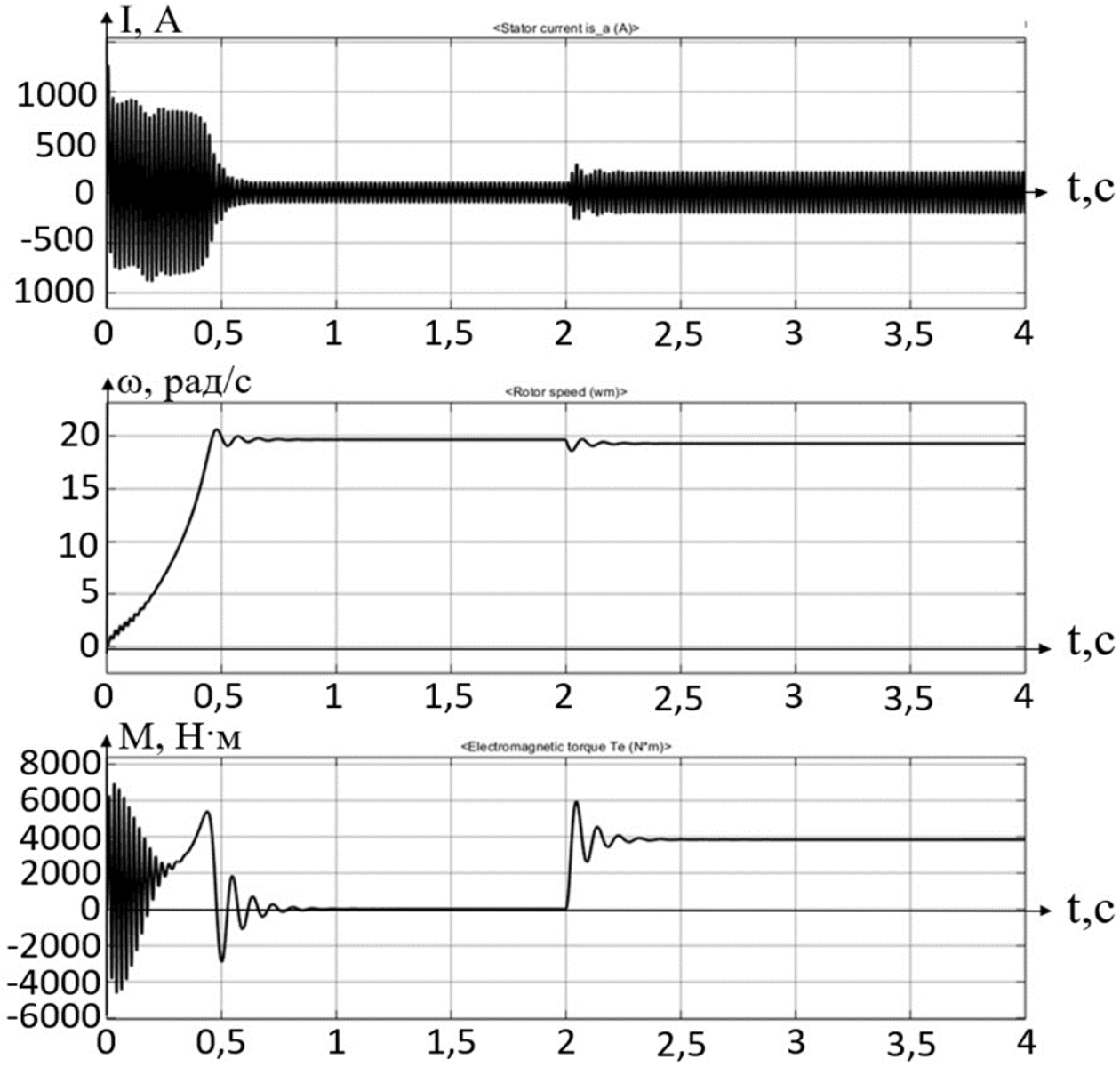


Рис. 2 – Результаты моделирования прямого пуска

По результату моделирования скалярной системы управления, были получены уточненные характеристики, изображенные на рисунке 3.

Данный график показывает работу двигателя в 3 моментах времени:

1) разгон ротора двигателя до номинальной скорости 184 об/мин;
2) работа АД при номинальной скорости вращения;
3) торможение и остановка;

На данных графиках мы видим зависимости основных параметров двигателя, таких как ток, скорость и момент от времени.

В начале есть небольшие колебания тока и момента, которые в дальнейшем исчезают.

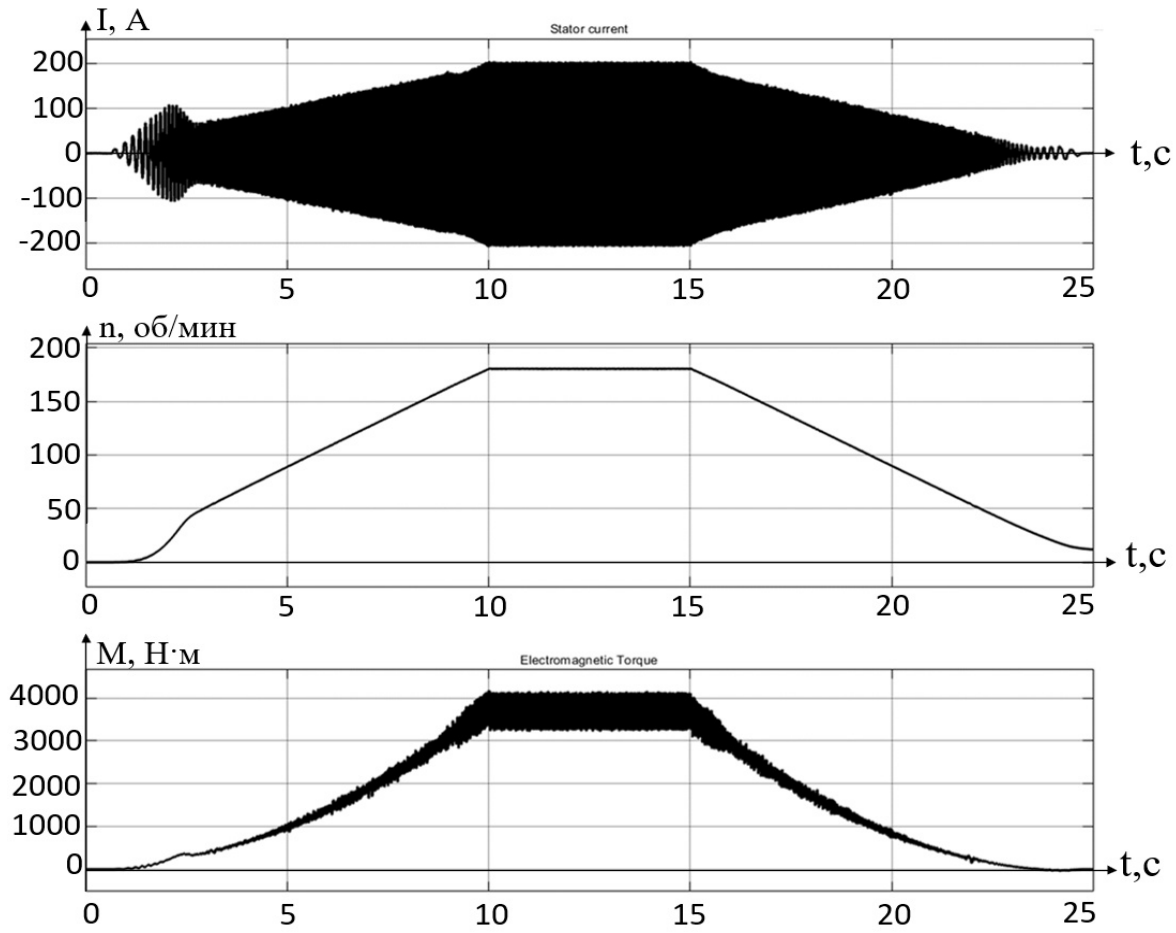


Рис. 3 – Результаты моделирования скалярного управления

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что система ПЧ–АДК рассчитана верно и работает правильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градирня вентиляторная СВГ–144D–4 (четырехсекционная). Основные технические данные и характеристики. «ЭКОТЭП», Санкт–Петербург, 2003 г., 10 с. – Текст: непосредственный

2. Лисов, А. Б. Управление асинхронными электродвигателями. – М.: Энергия, 2019. – 280 с. – Текст: непосредственный

3. Иванов, С. П., Петров, А. В. Современные методы управления асинхронными электродвигателями // Электротехника и энергосбережение. – 2021. – № 4. – С. 15–19. – Текст: непосредственный

4. Электродвигатель ДАВ560LA–32 [Электронный ресурс]. – режим доступа – URL – https://gk–led.ru/elmdav?ysclid=m6jdoubsma868666483 (дата обращения: 18.03.2025).

5. Частотный преобразователь MD520–4T75BS [Электронный ресурс] – режим доступа – URL – https://simecs.ru/catalog/inovance/preobrazovatelichastoty_inovance/md520/?ysclid=m6jdqxggha214245134 (дата обращения: 19.03.2025)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОДЫ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА STM–ENERGY ООО «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ–ОСКОЛ»

Лихачева В.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Основной целью данной статьи является разработка математической модели контура стабилизации температуры водогрейного котла STM–ENERGY котельной ООО «Современные тепловые машины–Оскол»

Выполним построение функциональной схемы для определения структуры модели и входящих в неё контуров.

Важным параметром работы водогрейного котла выступает поддержание температуры воды подающеюся потребителю. Данный параметр важен так как это не только на прямую завязано на производительность и эффективность работы тепло–агрегата, но и может оказать существенное воздействия на потребителя [1,2]. Исходя из этих факторов возникает необходимость проектирования математической модели, моделирующей контур поддержания температуры в системе.

В начале процесса моделирования необходимо определиться со структурой разрабатываемой системы, с этой целью была разработана функциональная схема, отображённая на рисунке 1.

Как мы видим на функциональной схеме представлен контур по регулированию температуры в состав которого входят два вложенных контура по расходу газа и воздуха. Разберём структуру собранной схемы.

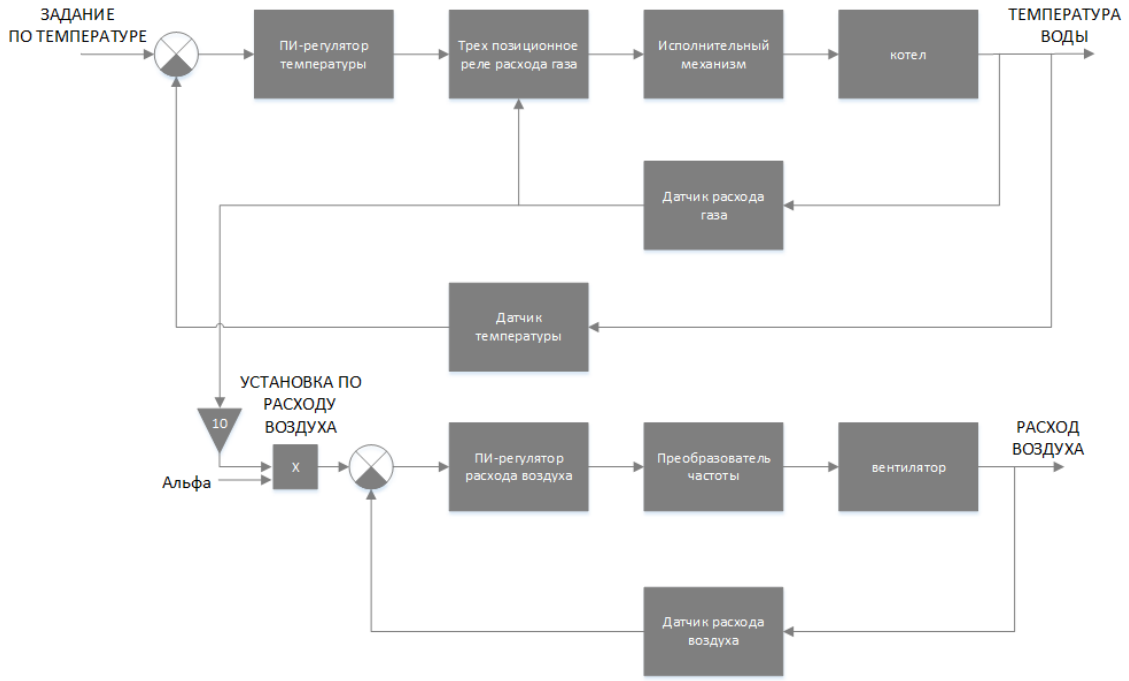


Рис. 37 – Функциональная схема

Согласно представленной функциональной схеме, процесс регулирования температуры воды в водогрейном котле осуществляется посредством замкнутого контура автоматического управления. Исходным параметром является задание на температуру воды, которое поступает

от оператора в ПИ–регулятор температуры. Одновременно с этим регулятор получает фактическое значение температуры, измеряемое датчиком, установленным на выходе котла. На основе разницы между заданным и текущим значением температуры регулятор формирует сигнал управления для контура регулирования расхода газа.

В системе регулирования расхода газа трехпозиционное реле сравнивает управляющее воздействие, поступающее от регулятора температуры, с фактическим значением расхода газа, измеряемым соответствующим датчиком. При наличии отклонения реле передает сигнал на исполнительный механизм, который регулирует подачу газа в котел. Увеличение или уменьшение расхода газа непосредственно влияет на процесс горения и, соответственно, на температуру воды на выходе из котла.

Для обеспечения корректного соотношения компонентов газовоздушной смеси в системе предусмотрен контур регулирования расхода воздуха. Задание на расход воздуха формируется путем умножения фактического расхода газа на коэффициент соотношения воздух/газ. Данное значение поступает в ПИ–регулятор расхода воздуха, который также принимает сигнал с датчика, фиксирующего текущий расход воздуха. В зависимости от разницы между этими параметрами регулятор формирует управляющее воздействие на преобразователь частоты, изменяющий скорость вращения вентилятора, подающего воздух в горелочное устройство котла.

Как видно из функциональной схемы объектом управления в модели будет водогрейный котёл.

АСУ ТП представленного котла представляет собой трехуровневую архитектуру, где на нижнем уровне представлены датчики и исполнительные механизмы, на среднем уровне располагаются средства управления (ПЛК) и на верхнем уровне находится SCADA система, развернутая на серверах, и транслирующая сигналы на пункт управления оператора (Экоматик моно) [1].

Представленная на объекте автоматизация осуществляет управление процессом нагрева металла в трех основных режимах: 1) Автоматическое регулирование; 2) Дистанционное регулирование; 3) Смешанное регулирование.

Проанализировав действующую АСУ ТП водогрейного котла STM–ENERGY котельной ООО «Современные тепловые машины–Оскол», были выделены основные её недостатки:

- В данной системе управления через «Экоматик моно не обеспечивается стабильное поддержания заданной температуры, особенно при переменных нагрузках.
- Отсутствуют продвинутые алгоритмы регулирования, такие как PI–регулирование, что приводит к скачкам температуры.
- Система имеет недостаточную точность поддержания параметров, что может приводить к отклонениям от заданной температуры.
- Медленный отклик на изменения нагрузки. Система реагирует на изменения температуры или нагрузки с задержкой, что приводит к кратковременным перегревам или недогревам воды. Вдобавок наличие ручного вмешательства в процесс регулирования температуры увеличивает время реакции.

Существующая система управления температурой воды обладает базовым функционалом, но не отвечает современным требованиям точности, адаптивности и удобства эксплуатации. Для повышения эффективности работы котла необходимо модернизировать систему управления с внедрением интеллектуальных алгоритмов и дополнительных датчиков.

Предполагается, что замены положительно скажутся на общем технологическом процессе и повысят точность регулирования температуры воды, а также демонстрируют экологичность котельной установки. Для этого, в частности, разрабатывается структурная модель контура регулирования температуры в водогрейном котле. (рис.2).

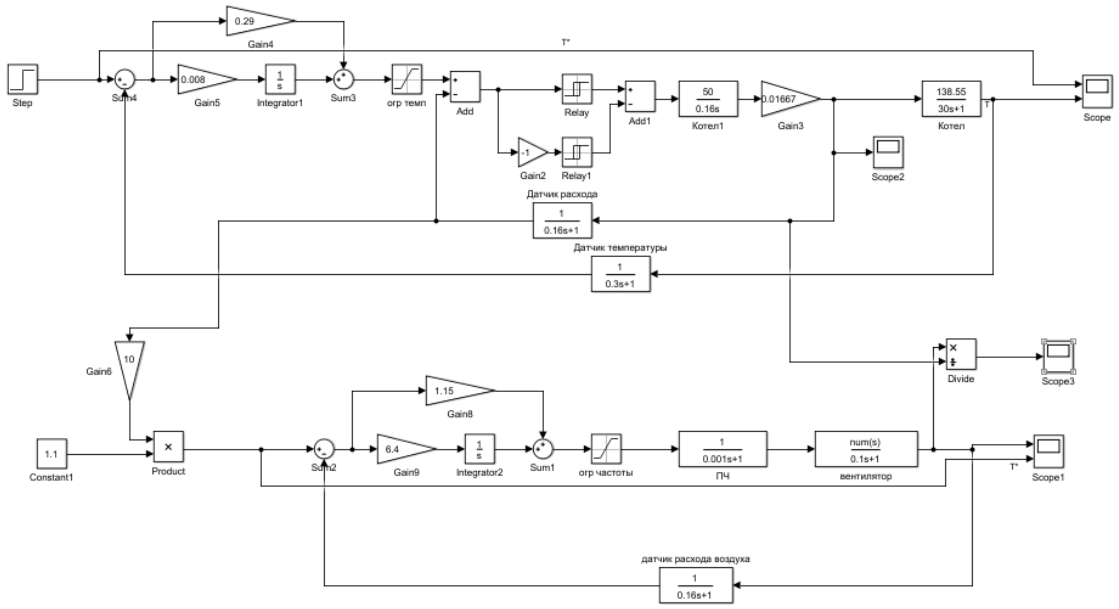


Рис. 38 – Математическая модель объекта управления

Также было проведено моделирование и получен график изменения температуры, который изображен на рисунке 3. Система вышла на уставку примерно на 18 минуте. Далее на систему подействовало неуправляемое возмущение. Система все уставки и возмущения отработала и вернулась на заданный уровень температуры (рис.3).

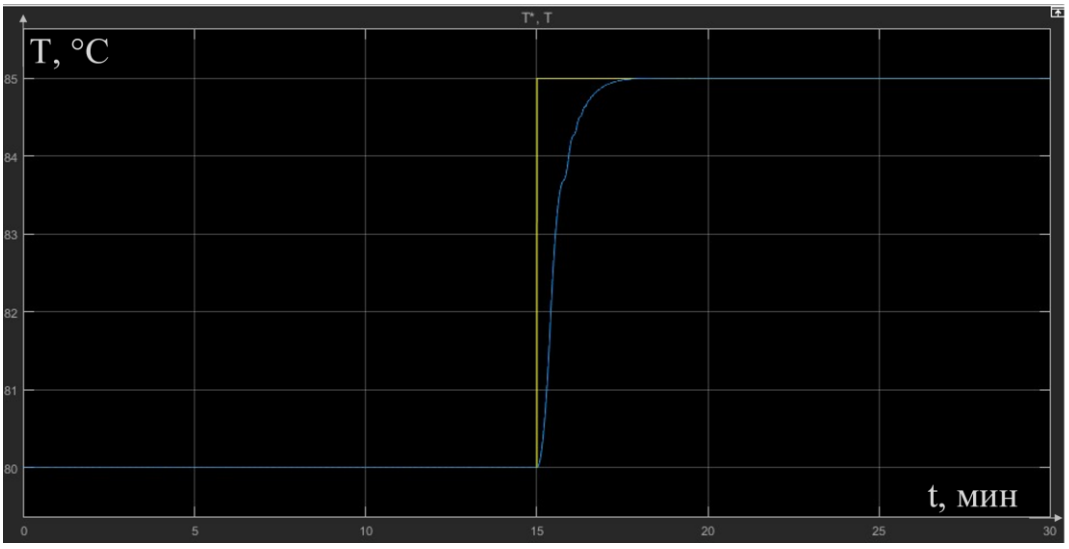


Рис. 39 – График изменения температуры

Реакцию на внешнее возмущение можно проследить на графике изменения расхода газа (рис.4).

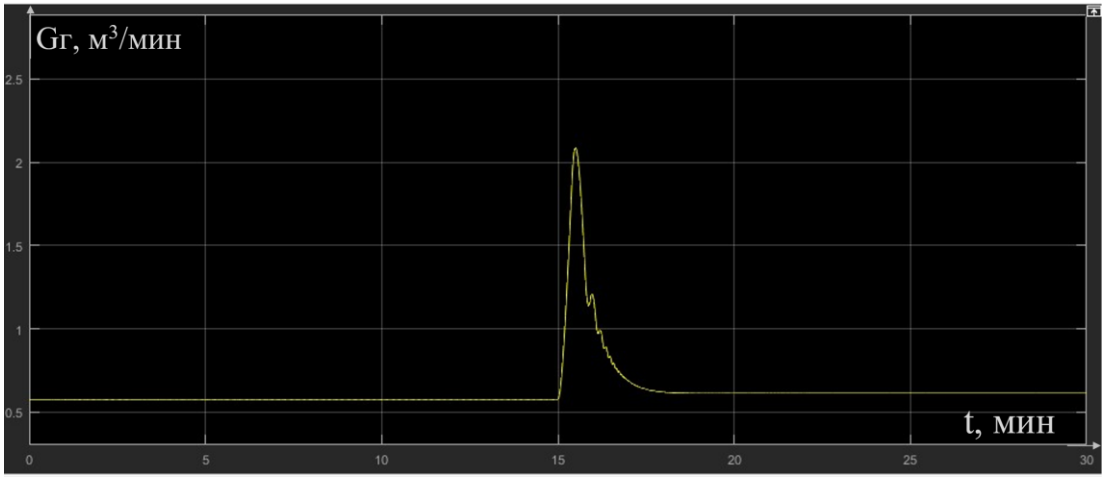


Рис. 40 – График изменения расхода газа

Также был получен график изменения соотношения «газ–воздух» на горелке (рис.5).

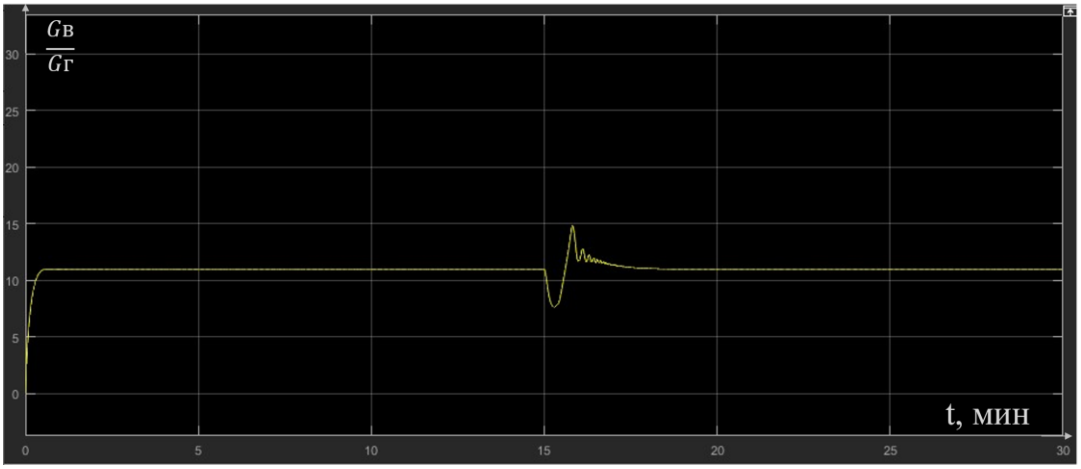


Рис. 41 – График изменения соотношения «газ–воздух» на горелке

Представленные выше графики могут свидетельствовать в пользу общего качества полученного контура. Предполагается, что его можно использовать в дальнейшем для разработки алгоритмов регулирования температурой в зоне с поддержанием соотношения «газ–воздух».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокин В.М. Теплогенераторы котельных.–М.: Издательство Машиностроение1, 2005, 160 с.

2. Плетнев Г. П. Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок электрических станций / Г. П. Плетнев. Москва Энергоиздат, 1981.368 с.

3. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/2019_07_03_01.pdf (дата обращения: 28.03.2025).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИС САНИТАРНО–КУРОРТНОЙ КНИГИ ПАЦИЕНТА ДЛЯ ДЕТСКОГО САНАТОРИЯ «НАДЕЖДА»

Макухин А.А., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Лазарева Т.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного общеобразовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Санаторий представляет собой специализированное учреждение, основная деятельность которого направлена на оздоровление, лечение и реабилитацию пациентов. Это сложная предметная область, сочетающая в себе медицинские, оздоровительные, рекреационные и социальные функции. Главной задачей санатория является восстановление здоровья через оказание квалифицированной медицинской помощи.

Комплекс процедур, предлагаемых санаториями, может включать физиотерапию, массаж, лечение минеральными водами, использование лечебных грязей и индивидуальные программы, разработанные с учетом диагноза и состояния пациента. Помимо медицинских мероприятий, учреждения также организуют досуговые и рекреационные активности, что способствует более полному восстановлению и общему улучшению самочувствия. Санатории играют важную роль не только в процессе реабилитации после перенесенных заболеваний или травм, но и в профилактике различных патологий.

Областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санаторий для детей «Надежда» осуществляет свою деятельность с 1988 года. Это круглосуточное и круглогодичное учреждение, рассчитанное на 100 мест. Здесь проходят лечение и реабилитацию дети с заболеваниями органов дыхания, нарушениями функций центральной нервной системы, а также опорно–двигательного аппарата. С ноября 2021 года учреждение также оказывает помощь детям, перенесшим новую коронавирусную инфекцию.

На данный момент ведение санитарно–курортной книги (СКК) пациента осуществляется вручную, что осложняет оперативный доступ к необходимой информации, отсутствует интеграция с другими системами здравоохранения. Также возникают трудности в анализе и обобщении данных для принятие управленческих решений [1].

Разработка информационной системы ведения СКК, как независимой модульной подсистемы становится актуальной. Она должна иметь возможность автоматически интегрироваться с действующим модулем ТрастМед, что позволит избежать неэффективных ручных операций.

Функциональные требования для информационной системы СКК следующие:

1. Возможность ручного и автоматического генерирование СКК на основе данных из медицинской информационной системы электронная медицинская книга(МИС ЭМК)
   a. должна присутствовать возможность сгенерировать СКК для пациента даже при отсутствии ЭМК в медицинской информационной системе;
   b. должна присутствовать возможность сгенерировать СКК для пациента на основе информации из ЭМК.
2. Возможность электронного ведения СКК:
   a. должна присутствовать возможность формирования плана расписаний процедур для пациентов;
   b. план расписаний должен заноситься в СКК каждого пациента;
   c. должна присутствовать возможность отмечать в СКК сданные анализы и результаты осмотра пациента;
   d. должна присутствовать возможность врачам и медицинским работникам делать записи в СКК.
   e. должна присутствовать функция фильтрации записей в СКК.
3. Возможность онлайн–информирования родителей:

a. должна присутствовать возможность родителям просматривать записи в СКК детей;

b. должна присутствовать возможность родителям просматривать план процедур и степень их выполнения;

c. должна присутствовать возможность родителей отслеживать пребывание детей на многопрофильном лечении.

Для реализации всего изложенного выше функционала потребуется спроектировать следующие подсистемы:

1. Подсистема работы с базой данных;
2. Подсистема бизнес–логики генерации СКК;
3. Подсистема бизнес–логики синхронизации СКК с МИС: ЭМК;
4. Подсистема интерфейсов пользователя для медицинских сотрудников;
5. Подсистема интерфейсов пользователя для родителей.

Предполагается увязать подсистемы между собой при помощи системы внедрения зависимостей в рамках некоторой чистой многослойной архитектуры. В основе проектируемой ИС предполагается разместить трехуровневую архитектуру «Клиент–сервер–приложения–база данных». Такая архитектура позволит изолировать от прямого влияния клиента базу данных.

Для моделирования вида разрабатываемой системы с точки зрения внешнего наблюдателя будем использовать USE–CASE диаграмму (рис. 1).

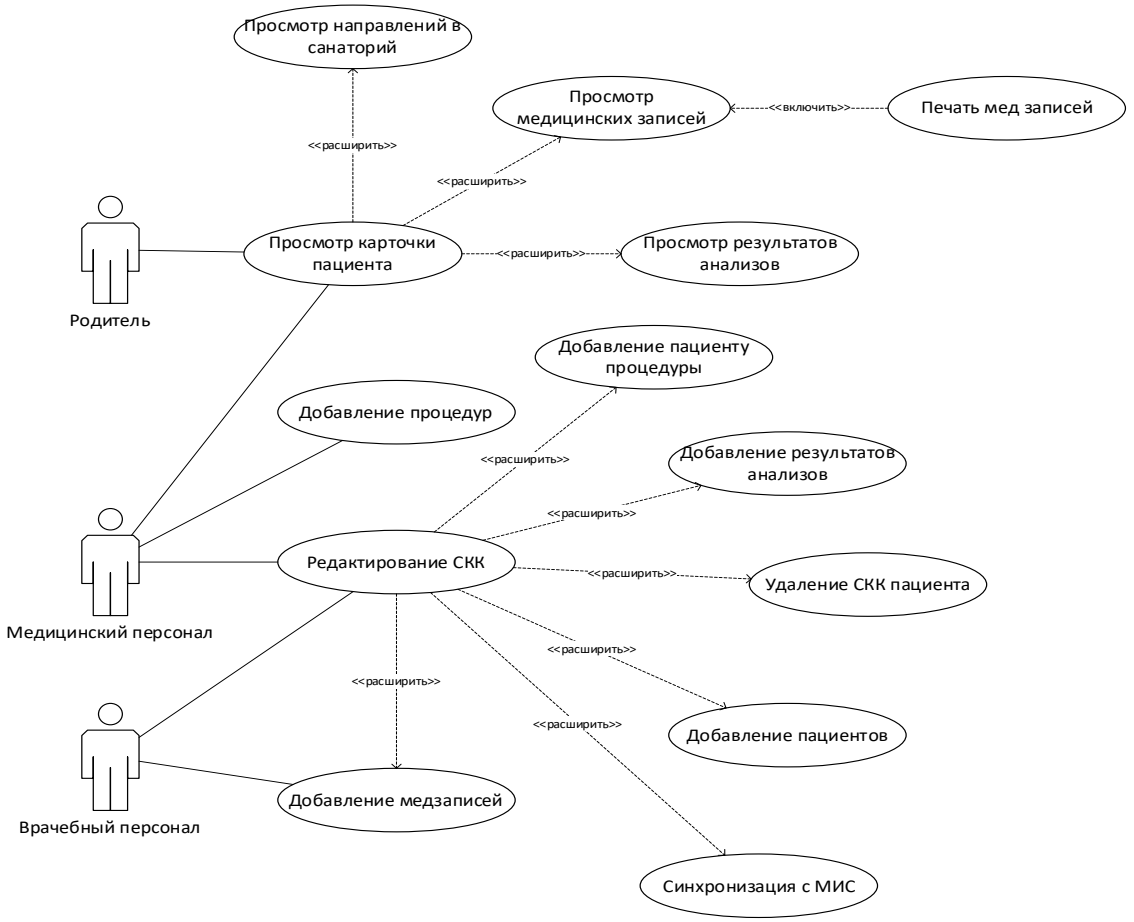


Рис. 1 – Диаграмма распределения функций по акторам системы

На данной диаграмме отображены три сущности–актера, отражающих (обозначающих) группы пользователей «Родитель», «Медицинский персонал», «Врачебный персонал», каждая из которых взаимодействует с рассматриваемой системой учета заявок и имеет свой функционал.

1. Родитель – группа пользователей с доступ только к информативной части системы. Они могут просматривать направления в санаторий, просматривать карту пациента, который за ними закреплен как за опекуном, а также печатать медицинские записи;

2. Медицинский персонал – это группа пользователей с доступом только к общей информации по СКК. Обладают широким спектром возможностей кроме прямого редактирования служебной информации, поступающей из МИС;

3. Врачебный персонал – это подгруппа медицинского персонала с доступом к медицинским записям пациентов. Делать записи в медкнижку в рамках СКК могут только пользователи из данной подгруппы.

Система – это множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство. Поэтому удобно рассматривать структуру системы с помощью даталогической модели (рис. 2) [2]

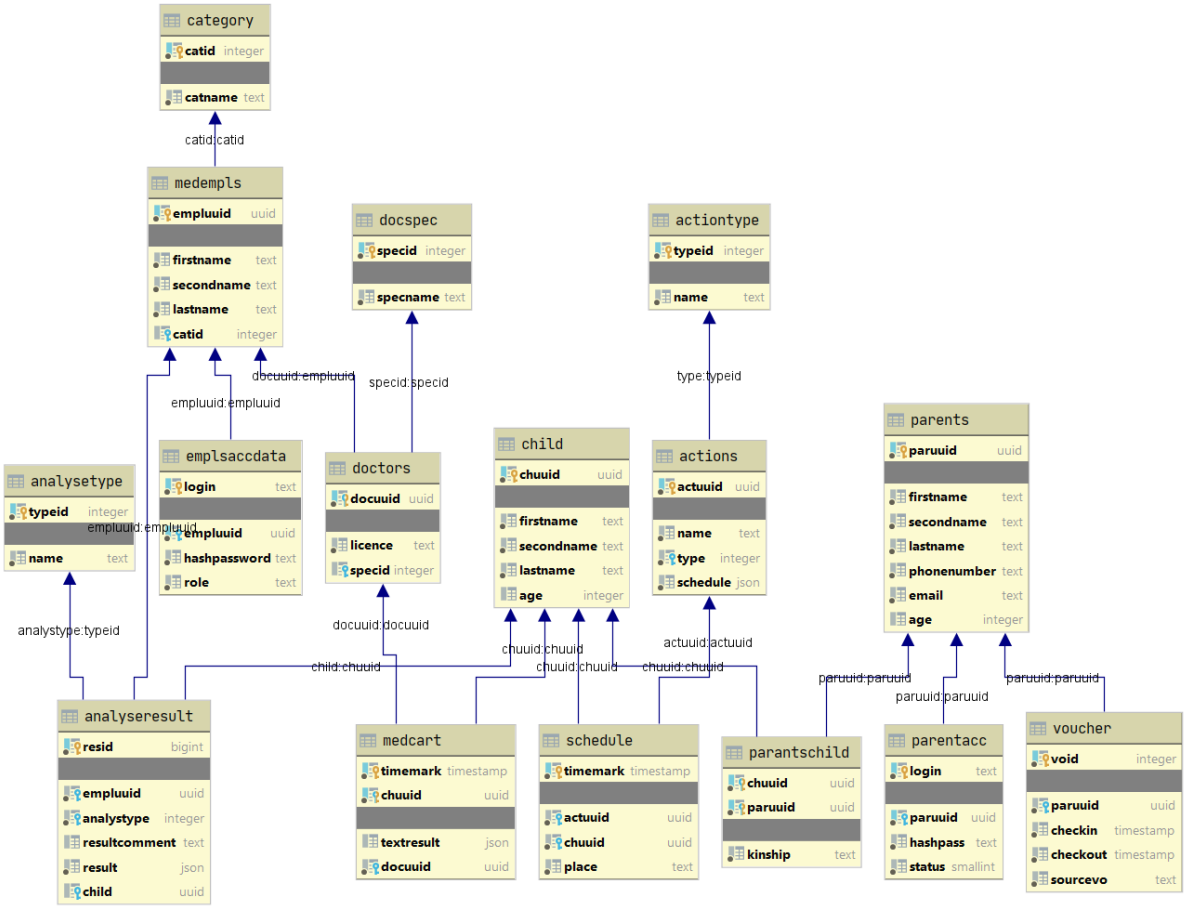


Рис. 2 – Даталогическая модель предметной области

Даталогическая модель — это конкретное представление о данных, которые будут храниться в базе данных. Она описывает способ хранения данных и их структуру. Эта модель используется для создания таблиц и связей между ними.

На представленной выше схеме приведены нестандартные типы данных, дадим к ним пояснения:

1. UUID (Universally Unique Identifier) — это стандарт идентификации, используемый в создании программного обеспечения, стандартизированный Open Software Foundation (OSF) как часть DCE (Distributed Computing Environment). Представляет собой строковое уникальное значение в формате «8–4–4–4–12»;

2. Json – этот тип данных предназначен для хранения компактного представления JSON деревьев. От обычного текстового поля его отличает наличие встроенных

декларативных проверок целостности, которые не позволяют помещать в базу данных строки не валидирующиеся, как JSON;

3. SmalInt – это 2 байтовое целое число;
4. BigInt – это 8 байтовое целое число;
5. Timestamp – это тип данных, предназначенный для сохранения даты и времени в формате «YYYY.mm.DD hh:MM:ss».

Даталогическое проектирование завершает этап проектирования информационного обеспечения системы.

Разрабатываемая система повысит качество обслуживания и эффективность работы предприятия в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санаторий для детей «Надежда» – официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: https://nadezhda.belzdrav.ru/about/ (дата обращения: 25 марта 2025 г.).

2. Ипатова, Э. Р. Методологии и технологии системного проектирования информационных систем: учебник / Э. Р. Ипатова, Ю. В. Ипатов. – 3–е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2021. – 256 с.: табл., схем. – (Информационные технологии). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79551 (дата обращения: 30.03.2025). – Библиогр.: с. 95–96. – ISBN 978–5–89349–978–0. – Текст: электронный

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА САМОСВАЛА БЕЛАЗ 75306

Мельник Б.А., студент
Научный руководитель – к.т.н, доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Рост спроса на горнодобывающую продукцию требует повышения эффективности карьерной техники. Актуальность модернизации их электропривода обусловлена высокими эксплуатационными расходами, связанными с простоями из–за обслуживания щёточно–коллекторного узла двигателей постоянного тока, а также низкой энергоэффективностью существующих систем. Современные технологии, такие как асинхронные двигатели с векторным управлением, позволяют устранить эти недостатки.

В статье исследуется возможность замены тягового электропривода постоянного тока самосвала БЕЛАЗ 75306 на тяговый электропривод переменного тока КТЭ–240.

Задачами исследования являются:

1. анализ конструктивных и эксплуатационных недостатков существующей системы электропривода;
2. разработка проекта модернизации с заменой двигателей постоянного тока на асинхронные.
3. моделирование работы системы в Matlab для оценки динамических характеристик.

Электропривод карьерного самосвала БЕЛАЗ 75306 представляет собой сложную электромеханическую систему, обеспечивающую преобразование электрической энергии в механическую для реализации тягового усилия и управления рабочими органами.

Тяговый электропривод содержит следующие основные компоненты [2]:

- тяговый синхронный генератор переменного тока;
- два тяговых электродвигателя постоянного тока;
- два силовых выпрямителя;
- установка вентилируемых тормозных резисторов (УВТР);
- система управления.

Функциональная схема тягового электропривода представлена на рисунке 1.

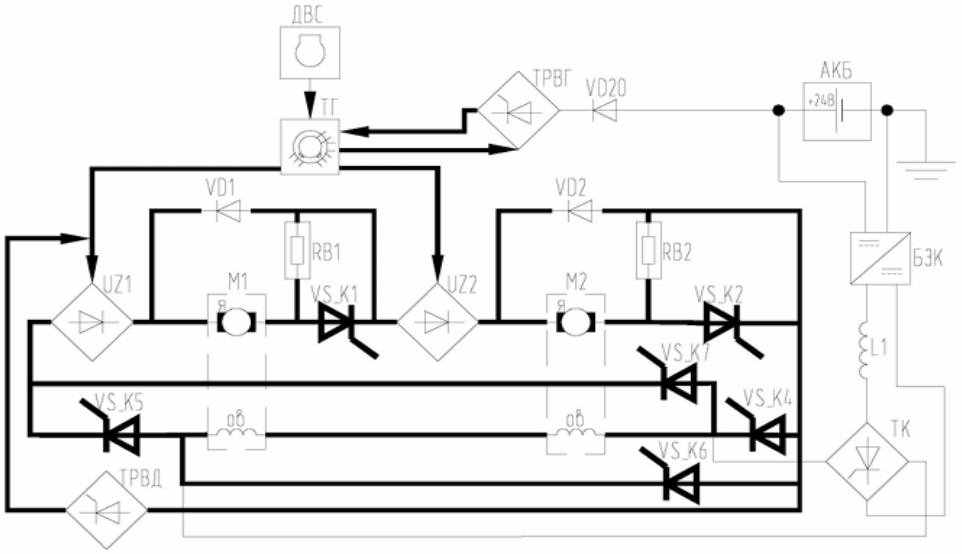


Рис. 1 – Функциональная схема тягового электропривода самосвала БЕЛАЗ 75306

Система управления тяговым электроприводом обеспечивает управление процессом преобразования механической энергии, вырабатываемой дизельным двигателем, в

электрическую энергию и обратного преобразования электрической энергии в механическую, которая используется в виде регулируемых тяговых и тормозных усилий на ведущих колесах автосамосвалов БЕЛАЗ [3].

Режимы работы тягового электропривода можно разделить на две группы: режимы, задаваемые водителем, и режимы, задаваемые автоматически системой управления.

В первой группе следует выделить основные и дополнительные режимы. К основным режимам относятся:

– тяговый режим при движении вперед и назад;

– режим электрического торможения при движении вперед и назад.

Ко второй группе режимов работы тягового электропривода относятся:

– режимы, задаваемые автоматически посредством системы управления тяговым электроприводом, – относятся:

– режим работы тягового электродвигателя с ослабленным магнитным потоком возбуждения (ослабленным полем) в тяговом режиме при движении вперёд;

– режим ограничения скорости самосвала (максимальной частоты вращения тягового электродвигателя).

Электропривод БЕЛАЗ 75306, как высокотехнологичный узел, требует системного подхода к обслуживанию. Интеграция предиктивной аналитики в процессы ТО (на базе данных телеметрии) позволяет увеличить межсервисные интервалы без снижения надежности. Техническое обслуживание тягового генератора, тяговых электродвигателей производятся в соответствии с руководством по эксплуатации данных электрических машин.

Пренебрежение ТО приводит к деградации характеристик привода:

– снижение КПД;

– рост энергопотребления;

– риск катастрофических отказов.

Наличие щёточно–коллекторного узла в конструкции двигателя существенно усложняет эксплуатацию и повышает нагрузку на сервисные службы, что обусловлено физико–механическими процессами, присущими данному типу электромашин. Щёточно–коллекторный узел, являясь ключевым элементом передачи тока между статичной и вращающейся частями двигателя, подвержен интенсивному износу вследствие непрерывного механического контакта графитовых щёток с коллекторными пластинами.

В сравнении с асинхронными тяговыми карьерными двигателями, двигатели ЭДП–800, установленные на самосвале БЕЛАЗ 75306, в современном мире не обеспечивают эффективную работу и надёжность. Это видно из сравнительных характеристик, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительных характеристики электродвигателей ЭДП–800 и ТАД–7

Параметр	ЭДП–800	ТАД–7
Мощность, кВт	800	700
Напряжение, В	890	700
Номинальный ток, А	980	750
Номинальная частота вращения, об/мин	600	982,6
Максимальная частота вращения, об/мин	2000	2870
КПД, %	92	94
Масса, кг	4500	4300

Требуемая мощность электродвигателя $P_{ЭД}$ для самосвала БЕЛАЗ 75306 грузоподъёмностью рассчитаем по формуле (1) [1].

$$P_{ЭД} = \frac{P_{ДВС} \cdot (1 - k_{ВО}) \cdot \eta_{ЭГ}}{N_{ЭД}}, \text{кВт} \quad (1)$$

где: $P_{ДВС}$ – мощность двигателя внутреннего сгорания, $P_{ДВС}$ = 1500 кВт;

$k_{во}$ – коэффициент отбора энергии на привод вспомогательного оборудования ДВС и механизмов управления самосвала, $k_{во}$ = 0,1;

$\eta_{эг}$ – коэффициент полезного действия тягового генератора, $\eta_{эг}$ = 0,92;

$N_{эд}$ – количество электродвигателей в электроприводе, $N_{эд}$ = 2.

$$P_{эд} = \frac{1508158{,}231 \cdot (1 - 0{,}1) \cdot 0{,}95}{2} = 644737{,}644$$

$$P_{эд} = 645 \text{ кВт}$$

Из расчётов видно, что мощности требуется всего 645 кВт, и мощность ЭДП–800 избыточная, при этом двигатель постоянного тока больше по весу и имеет меньший КПД, чем асинхронный двигатель.

Зная параметры асинхронного двигателя, соберём схему модели в ПО Matlab Simulink. Модель изображена на рисунке 2.

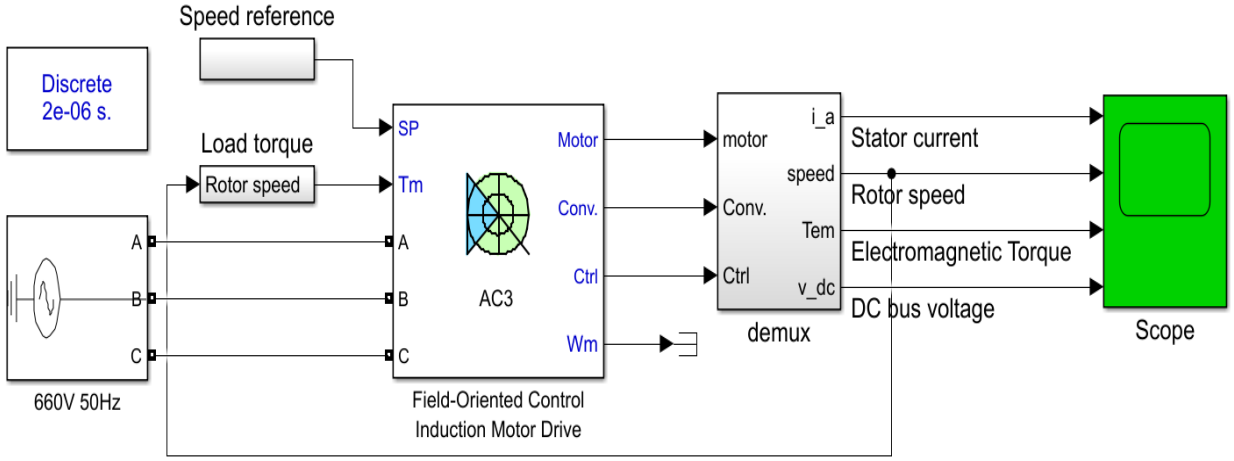


Рис. 2 – Модель векторного управления ТАД–7

Результатом моделирования являются графики тока статора, скорости вращения вала, момента сил асинхронного электродвигателя и напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты. Графики изображены на рисунке 3.

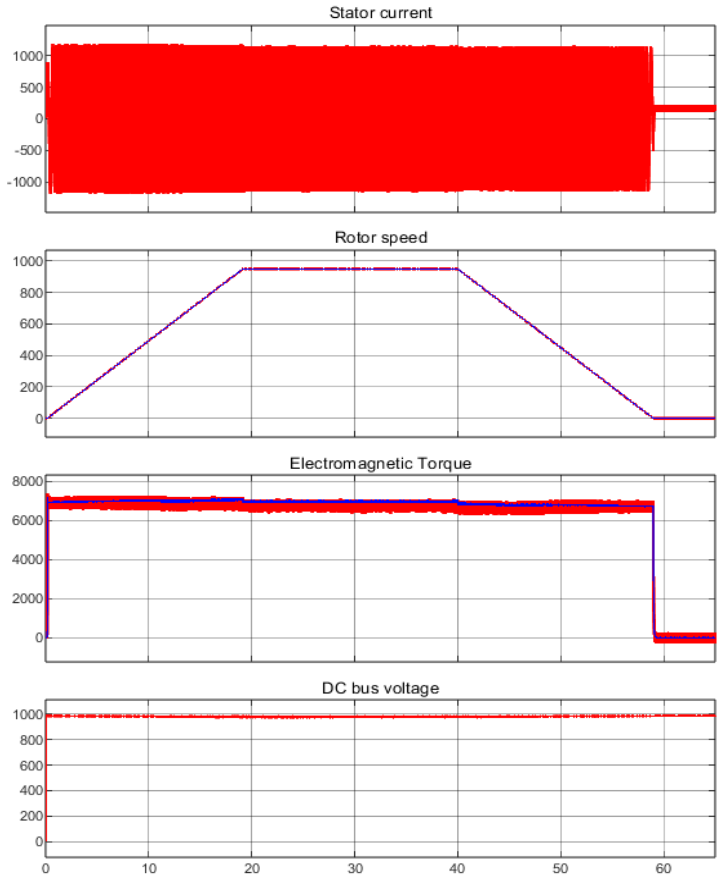


Рис. 3 – Графики тока статора, скорости вращения вала, электромагнитного момента и напряжения в звене постоянного тока

Основными выводами работы являются:

– повышение КПД системы электропривода на 2% (с 92% до 94%).

– снижение веса РМК за счёт уменьшения веса двигателей на 400 кг (200 кг с одного двигателя).

– подтверждение корректности расчётов с помощью моделирования в Matlab: динамические характеристики системы соответствуют требованиям эксплуатации, а пусковые токи не превышают допустимых значений.

Результаты работы демонстрируют значимость перехода на современные технологии в горнодобывающей технике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасик В.П. Методика определения основных параметров и характеристик гибридного карьерного самосвала/ В.П., Тарасик, 2021г. – 70с. – текст: электронный // Электронная библиотека "КиберЛенинка" [сайт]. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika–opredeleniya–osnovnyh–parametrov–i–harakteristik–gibridnogo–kariernogo–samosvala.

2. BELAZ [электронный ресурс] – режим доступа – URL: belaz.by/products/products–belaz/dumpers/dump–trucks–with–electromechanical–transmission/dumpers–series–7530/ (дата обращения: 20.03.2025)

3. Проект Manual4Car.ru [электронный ресурс] – режим доступа – URL: manuals4car.ru/manual/belaz–7513/13?ysclid=m8n1ts4gzb19607457 (дата обращения: 20.03.2025)

О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РОБОТА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ЕГО ДВИЖЕНИЯ

Меркулов В.А., магистрант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Халапян С.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного общеобразовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В настоящее время робототехника переживает период стремительного развития, и все большее применение в различных отраслях промышленности находят роботы с параллельной кинематикой. Параллельные роботы, обладающие высокой точностью и жесткостью конструкции, становятся незаменимыми помощниками в решении сложных задач, требующих надежности и скорости. Однако, несмотря на все их очевидные преимущества, параллельные роботы имеют и ряд недостатков, связанных со сложностью управления, что требует особого внимания при их внедрении.

В условиях растущих требований к производительности задача повышения энергоэффективности путем оптимизации траекторий движения параллельного робота становится особенно актуальной. Повышение энергоэффективности не только снижает эксплуатационные расходы, но и способствует уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из ключевых факторов, влияющих на энергоэффективность, является качество траектории движения робота. Оптимизация траектории позволяет минимизировать затраты энергии, сократить время выполнения поставленных задач, а также повысить общую производительность системы.

Целью настоящей работы является анализ описанных в литературе подходов к оптимизации траектории движения параллельного робота, направленных на повышение его энергоэффективности.

Динамика движения робота–станка с параллельной кинематикой (гексапода) рассматривается в диссертационном исследовании [1] Мамаева Ю.А. (БГТУ им. В.Г. Шухова). В работе уделяется особое внимание созданию научных основ и инструментальных средств проектирования роботов–станков с параллельной кинематикой. Разработанные математические модели и алгоритмы управления позволяют существенно улучшить качество работы робота–гексапода, минимизируя ошибки позиционирования и повышая его энергоэффективность. В частности, синтезированный в работе нейросетевой алгоритм управления движением выходного звена демонстрирует значительное снижение рассогласования положения, что в свою очередь способствует более эффективному использованию энергии.

В статье [2] итальянских ученых из университетов Удине и Падуи выполнен обзор алгоритмов планирования пути и траектории. В данной работе обсуждаются проблемы планирования траектории, подчеркивается важность выбора подходящих алгоритмов для достижения безопасных и эффективных решений. Использование тригонометрических сплайнов для интерполяции промежуточных точек позволяет значительно ускорить вычисления, что критично для задач, связанных с избеганием препятствий и минимизацией энергозатрат.

Планирование и оптимизация траектории для параллельного робота Par4 на основе потребления энергии описаны в работе [3] ученых Сяоцин Чжан и Чжэнфэн Мин из Университета Сидянь в Китае. В статье рассматривается использование кривой Ламе для планирования траектории, что позволяет учитывать смещение, скорость и ускорение в рабочем пространстве робота. Оптимизация параметров кривой с использованием алгоритма Grey Wolf Optimizer (GWO) приводит к снижению потребления механической энергии, что подтверждает правильность выбранных методов планирования траектории для повышения энергоэффективности.

Повышение энергоэффективности параллельного робота с 4 степенями свободы является целью работы [4] коллектива ученых из трех университетов Италии. В статье рассматривается влияние размещения начальных и конечных точек задачи на потребление энергии. Разработанные модели позволяют оценить энергозатраты и оптимизировать размещение ключевых точек траектории, что является важным шагом к повышению энергоэффективности.

Оптимизация траектории позиционирования выходного звена планарного параллельного робота является темой работы [5] российских исследователей (БГТУ им. В.Г. Шухова и СТИ НИТУ «МИСИС»). В статье проведен кинематический анализ и оптимизация траектории с использованием метрики Чебышёва, что позволило сократить время позиционирования, а разработанный алгоритм построения гиперповерхности ограничений предоставил возможность построения «безопасной» траектории движения на достаточном удалении от границ рабочей области.

Еще одна работа [6] итальянских ученых (Университет Удине) посвящена динамическому моделированию и оптимизации энергоэффективности параллельного робота с тремя степенями свободы. В ходе исследования демонстрируется значительное улучшение энергоэффективности параллельных роботов при использовании комплексного подхода к оптимизации. Снижение потребления энергии достигает 90.2% за счет дополнительной оптимизации времени выполнения операции и длины конечностей робота, что свидетельствует о высоком потенциале предложенных методов.

Заключение: в результате проведенного литературного обзора можно сделать вывод, что над задачей оптимизации траекторий движения параллельных роботов и повышения их энергоэффективности активно работают многие исследователи. Несмотря на достигнутые успехи и разработанные методы, в настоящее время задача не решена до конца, и существует множество аспектов, требующих дальнейшего изучения.

Таким образом, продолжение исследований в этой области представляет собой актуальную задачу, решение которой может привести к значительным улучшениям в производительности и энергоэффективности параллельных роботов, а также к снижению их воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамаев Ю. А. Динамика движения робота–станка с параллельной кинематикой (гексапода) для окончательной обработки деталей сложной геометрии: дис. … канд. техн. наук: 01.02.06. – Белгород, 2014. – 140 с.
2. Path Planning and Trajectory Planning Algorithms: A General Overview // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/282955967_Path_Planning_and_Trajectory_Planning_Algorithms_A_General_Overview (дата обращения: 31.03.2025).
3. Trajectory Planning and Optimization for a Par4 Parallel Robot Based on Energy Consumption // MDPI Open Access Journals URL: https://www.mdpi.com/2076–3417/9/13/2770 (дата обращения: 31.03.2025).
4. Enhancing Energy Efficiency of a 4–DOF Parallel Robot Through Task–Related Analysis // MDPI Open Access Journals URL: https://www.mdpi.com/2075–1702/8/1/10 (дата обращения: 31.03.2025).
5. Вирабян Л. Г., Халапян С. Ю., Кузьмина В. С. Оптимизация траектории позиционирования выходного звена планарного параллельного робота // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2018. – №том 3 № 9. – С. 106–113.
6. Dynamic modelling and energy–efficiency optimization in a 3–DOF parallel robot // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/379539106_Dynamic_modelling_and_energy–efficiency_optimization_in_a_3–DOF_parallel_robot (дата обращения: 31.03.2025).

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ ЗАГОТОВОК В КАМЕРНОЙ ПЕЧИ РМУ ЦРМО АО «ОЭМК ИМ. А. А. УГАРОВА»

Миндиашвили Л.Н., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Уварова Л.В.**,
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»).

В статье рассматривается камерная печь ремонтно–механического цеха участка термообработки, задача которой заключается в термообработки материалов при высоких температурах и обеспечении равномерного распределения температуры, что позволяет достичь высоких качественных характеристик готовой продукции.

Выходной продукцией данного участка являются стальные детали, доведенные до нужных характеристик, путем температурных обработок: первичных обжига и закалки, нормализации. Благодаря данным процессам продукция обретает требуемые структурные свойства, что влечет за собой увеличение показателей качества выходного изделия, а также увеличение его срока службы.

После обновления печи, путём установки огнеупорной футеровки, свойства объекта изменились. А именно теплоизоляция и эффективность работы горелочных устройств ГППС–4, которыми оснащена камерная печь РМУ ЦРМО АО “ОЭМК им А. А. Угарова”, являющаяся объектом управления.

Существующая автоматизация была разработана для печи, до её обновления. При работе с такой системой показатели эффективности горелочных устройств в печи при увеличении температуры гораздо снижаются, что можно отследить в таблице 1.

Таблица 4 – Интенсивность падение производительности

Температура воздуха, °С	0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Производительность горелки, %	100	85	80	76	72	69	66	64	62	60
Давление воздуха, кПа	3,5	3	3	3	2,7	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5

Корректность параметров для эффективного использования топлива будет достигнута обновленным комплексом технических средств, обеспечивающих точное измерение необходимых для работы системы параметров, помимо этого корректность достигается путем обновления алгоритма управления данным объектом.

Для решения данной задачи предлагается модернизация системы регулирования поддержания температуры в рабочем пространстве печи. С это целью необходимо спроектировать и промоделировать контур управления, который бы обеспечивал регулирование температуры в пространстве печи и соотношение расходов газ/воздух подаваемых на горелочные устройства в печи [1–3].

На рис. 1 представлена функциональная модель регулирования температуры.

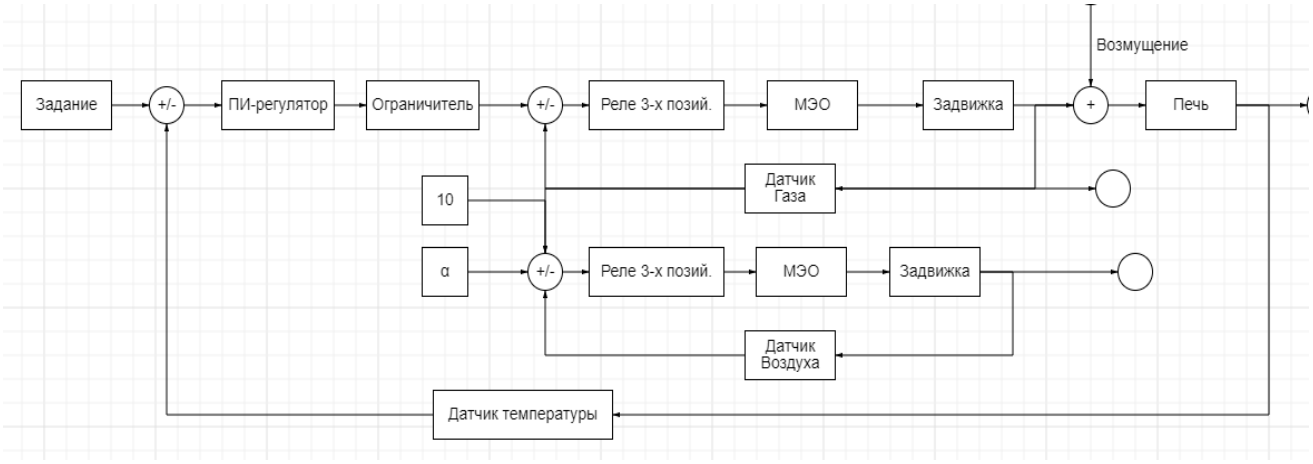


Рис. 1 – Функциональная модель регулирования температуры

После реализации поставленной задачи повысится общее качество регулирования, а также весь процесс станет более энергоэффективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыкин С. А., Катаева М. И. Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом на предприятии // Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь). — 2018. — Т. 1. — С. 139–140.

2. Кисленков В.В. Оборудование термических цехов : Учебное пособие/ В.В. Кисленков. СПб, СПбГПУ, 2011, 142 с

3. Полещенко Д.А., Кривоносов В.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Старый Оскол, СТИ МИСиС, 2008. – 60 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАКЛОННОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ЦЕХА ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКА ООО «УРАЛМЕТКОМ»

Михайлов Д.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Современные промышленные предприятия, функционирующие в условиях интенсивной конкуренции, сталкиваются с необходимостью постоянного совершенствования технологических процессов для повышения эффективности, снижения эксплуатационных затрат и минимизации воздействия на окружающую среду. Особую актуальность эти задачи приобретают в металлургической и горнодобывающей отраслях, где ключевую роль в обеспечении непрерывности производства играют ленточные конвейеры. Эти механизмы, являясь основным звеном транспортировки сырья и готовой продукции, требуют надежных и энергоэффективных систем управления. Однако традиционные электроприводы, используемые в наклонных ленточных конвейерах, зачастую не соответствуют требованиям современности: фиксированная скорость движения ленты, повышенное энергопотребление и механические перегрузки приводят к преждевременному износу оборудования, увеличению себестоимости продукции и снижению общей производительности.

Для ООО «УралМетКом», чья деятельность связана с обработкой металлических материалов, оптимизация работы наклонного ленточного конвейера представляет стратегический интерес. Модернизация электропривода с внедрением системы регулирования скорости электродвигателя способна стать решающим шагом в решении указанных проблем. Использование частотных преобразователей и алгоритмов адаптивного управления позволит не только гибко настраивать режимы работы конвейера под текущие производственные задачи, но и снизить энергетические потери, продлить срок службы механических компонентов, а также обеспечить плавный пуск и остановку оборудования, что минимизирует динамические нагрузки

Целью проекта является модернизация электропривода наклонного ленточного конвейера ООО «УралМетКом» с акцентом на внедрение системы управления скоростью электродвигателя с помощью преобразователя частоты.

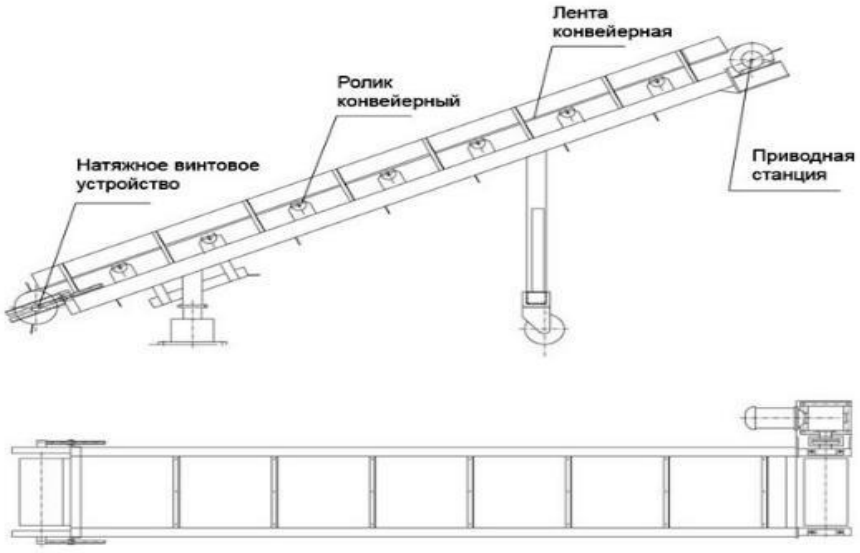


Рис. 1 – Схема наклонного ленточного конвейера

Для осуществления движения наклонного ленточного конвейера в цеху переработки шлака применение асинхронного двигателя АИР–132М4 IM1081:



Рис. 2 – Электродвигатель АИР–132М4 IM1081

Таблица 1 – Паспортные характеристики электродвигателя АИР–132М4 IM1081

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная мощность, кВт	11
Номинальная скорость, об/мин	1470
Синхронная скорость, об/мин	1500
КПД при нагрузке 100%, %	0,914
Номинальный коэффициент мощности (cosφ)	0,8
Номинальный ток, А	21,5
Относительный пусковой момент Km	2,6
Относительный пусковой ток Ki	7,7
Относительный критический момент λ	3,6
Момент инерции J, кг · м^2	0,049
Число полюсов p	2
Частота питающей сети f, Гц	50
Количество фаз	3
Номинальный режим работы	S1 (продолжительный)

Для подтверждения соответствия эксплуатационных параметров асинхронного электродвигателя АИР–132М4 IM1081 (пусковой ток, скорость вращения, нагрузочный момент) номинальным значениям, указанным в технической документации, предлагается выполнить имитационное моделирование его прямого пуска в среде MatLab Simulink. Данный подход позволит проанализировать динамические процессы в электроприводе, сопоставить полученные эмпирические данные с теоретическими характеристиками двигателя, а также провести оценку работоспособности и точности системы управления. Результаты моделирования станут основой для выявления возможных отклонений от паспортных показателей и определения направлений оптимизации управления электроприводом.

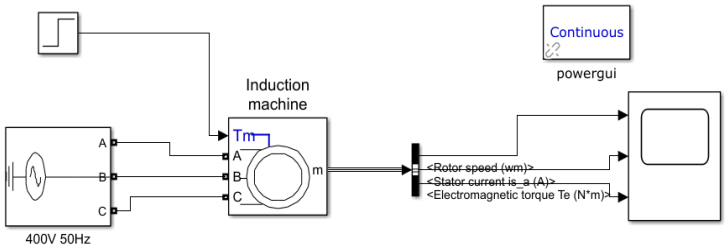


Рис. 3 – Модель прямого пуска электродвигателя АИР–132М4 IM1081

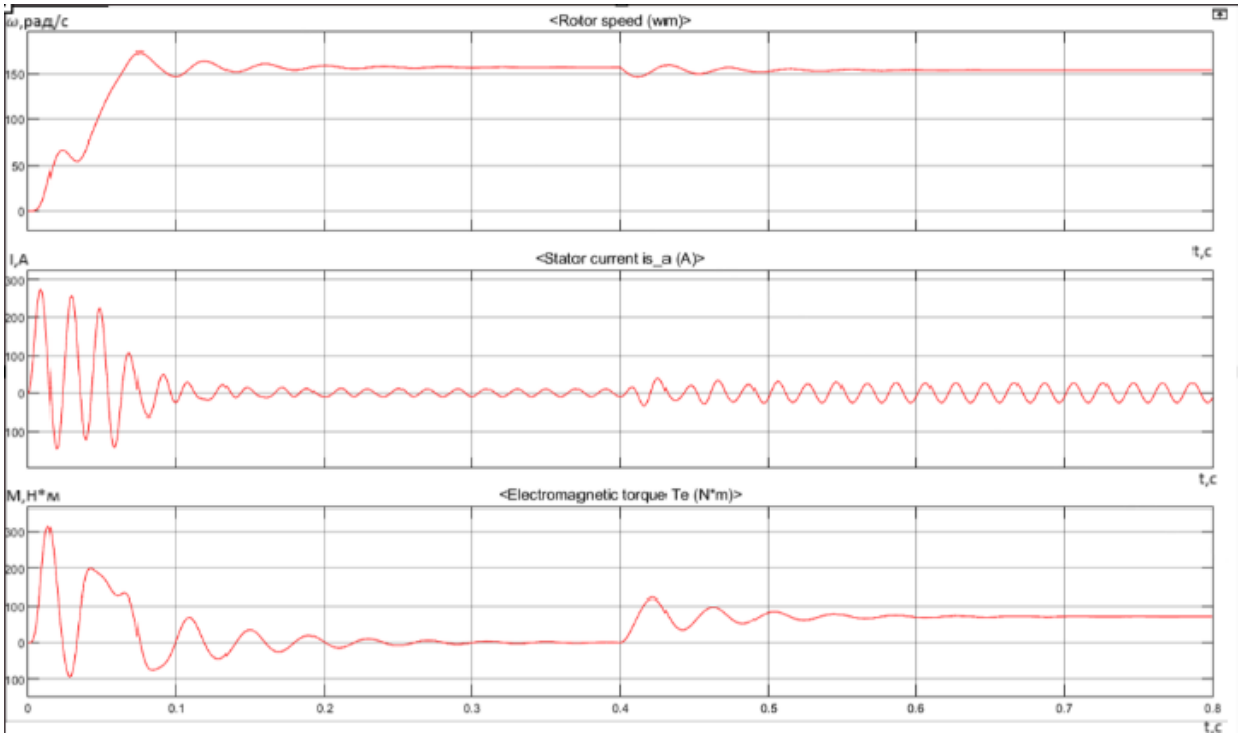


Рис. 4 – Результаты моделирования прямого пуска электродвигателя АИР–132М4 IM1081

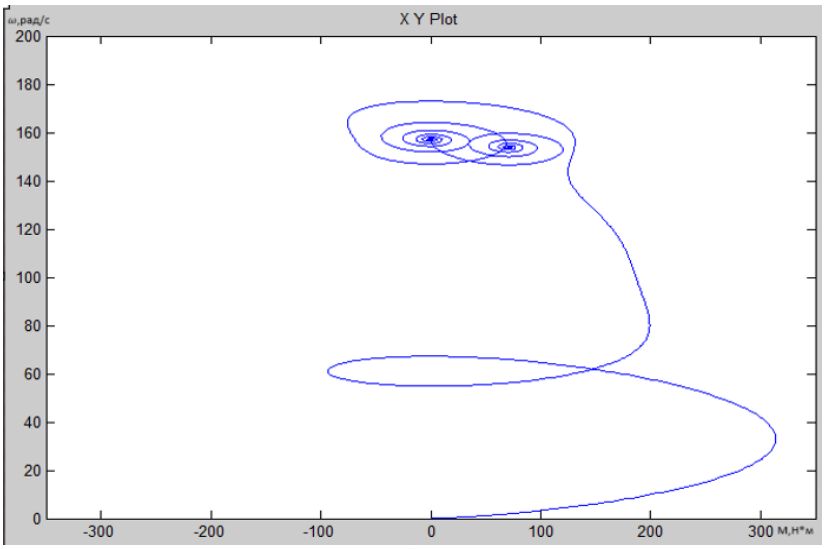


Рис. 5 – Динамическая механическая характеристика АИР–132М4 IM1081

Исходя из полученных данных производится выбор преобразователя частоты INNOVERT ITD113U43B3.

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты INNOVERT ITD113U43B3

Технические параметры	Значение
Номинальная мощность для общепромышленного режима G, кВт	11
Номинальный выходной ток для общепромышленного режима G, А	25
Перегрузочная способность (60 с), А	37,5
Режим управления	Векторный, скалярный
Номинальное напряжение, В	380

На основе рассчитанных значений был промоделирован пуск двигателя с векторным управлением и нагрузкой.

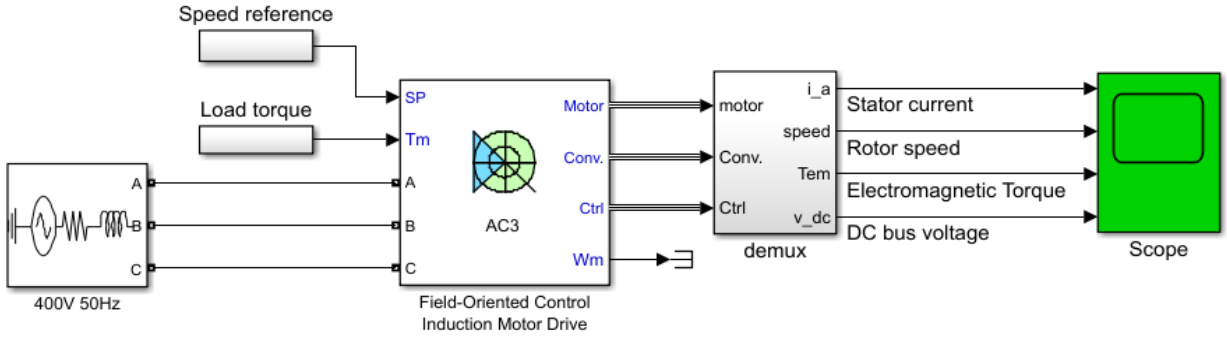


Рис. 6 – Структурная схема асинхронного электродвигателя с векторным управлением

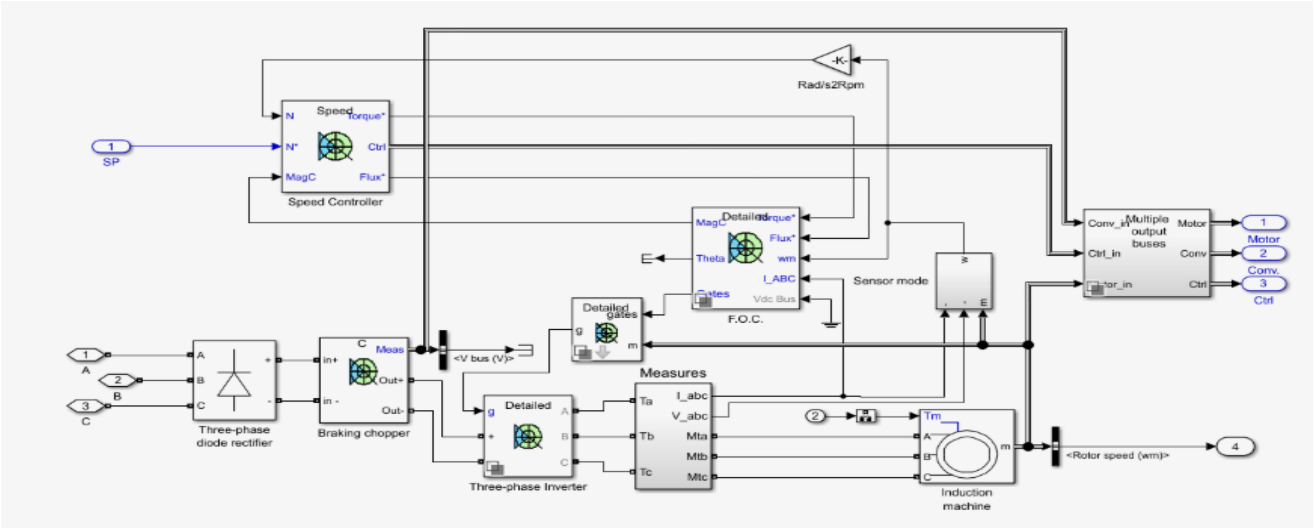


Рис. 7 – Функциональная схема привода с частотным регулированием

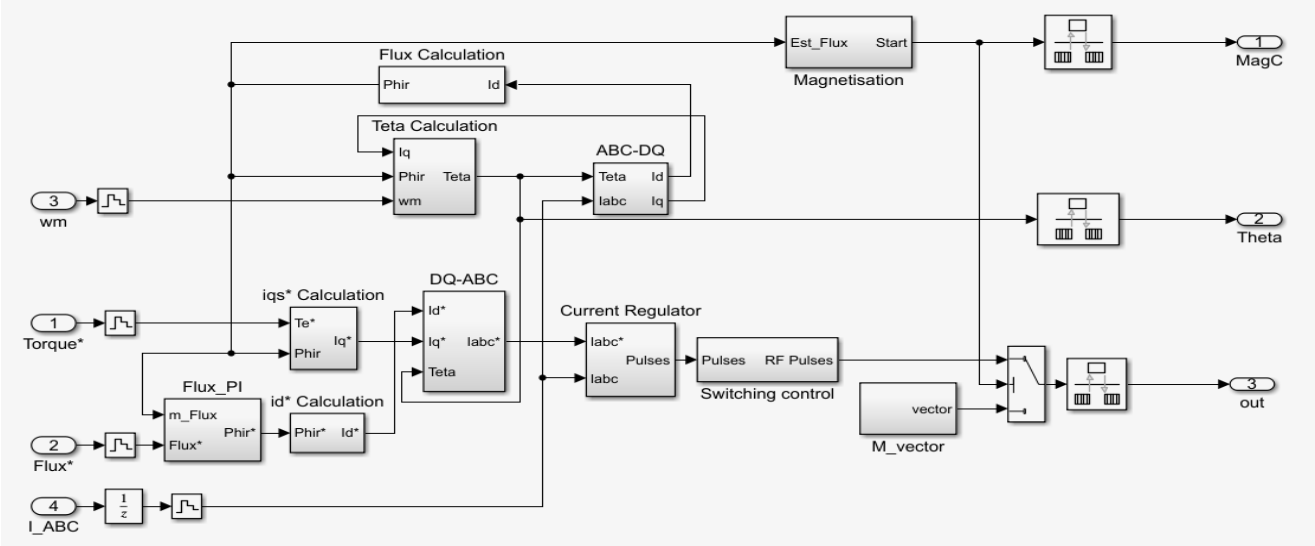


Рис. 8 – Модель блока Field–Oriented Control (векторное управление).

Результаты моделирования показаны на рисунке 9

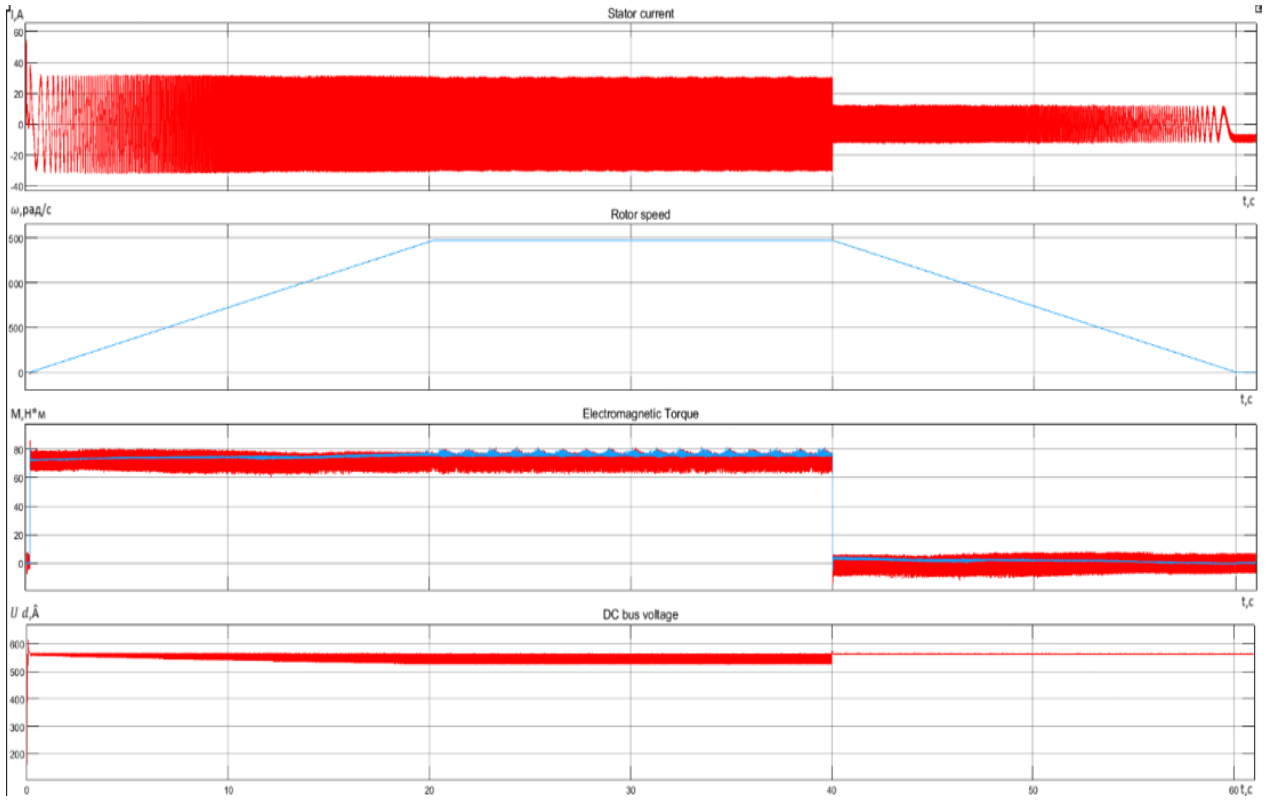


Рис.9 – Результат моделирования векторного управления асинхронным электродвигателем АИР–132М4 IM1081

Из полученных графиков можно сделать вывод, что система электродвигатель–частотный преобразователь с векторным управлением рассчитана правильно и работает правильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асинхронные электродвигатели [электронный ресурс] – режим доступа – URL: tehprivod.su/katalog/elektrodvigateli/air/air–132m4–im1081.html (дата обращения: 20.03.2025)
2. Наклонный ленточный конвейер [электронный ресурс] – режим доступа – URL: polimech.ru/stati/kak–rabotaet–lentochnyj–konvejer/#:~:text=Принцип%20работы%20ленточного%20конвейерного%20заключается%2C Приводной%20барабан%20активируется%20от%20электросети (дата обращения: 20.03.2025)
3. Правила устройства электроустановок [электронный ресурс] – режим доступа – URL: pue–7.ru/pue_7.pdf (дата обращения: 20.03.2025)
4. Асинхронные электродвигатели [электронный ресурс] – режим доступа – URL: tehprivod.su/katalog/elektrodvigateli/air/air–132m4–im1081.html (дата обращения: 20.03.2025)
5. Частотные преобразователи [электронный ресурс] – режим доступа – URL: tehprivod.su/katalog/preobrazovateli–chastoty/innovert/itd/itd113u43b3.html (дата обращения: 20.03.2025)

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАЛЕНДАРЯ, СПРОЕКТИРОВАННОГО СОГЛАСНО МЕТОДУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ KANBAN, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ FRAMEWORK ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИНТУИТИВНО ПОНЯТНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Мицык А.А., студент
Научный руководитель – преподаватель ОИТ **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

С увеличением числа проектов, требующих эффективного управления временем и ресурсами, а также с растущими требованиями пользователей к интуитивно понятным инструментам планирования, возникает необходимость в современных решениях, способствующих оптимизации процесса управления проектами. Создание универсального календаря становится важным шагом на пути к повышению продуктивности и улучшению организации работы.

Актуальность разработки данного программного приложения, ориентированного на принципы Kanban, обусловлена не только необходимостью упростить процессы планирования, но и потребностью предоставить командам мощный инструмент для визуального управления рабочим процессом, выявления узких мест и оптимизации распределения ресурсов. Оно позволяет не только визуализировать задачи и сроки в интуитивно понятной форме, но и обеспечивает оперативный доступ к информации о статусе каждой задачи, позволяя быстро реагировать на изменения и принимать обоснованные решения для всех участников команды.

Цели и задачи системы

- Разработка функционала создания и управления событиями. Создание удобного интерфейса для пользователей, позволяющего им задавать основные параметры событий, такие как дата, время, описание и категория. Данный функционал должен поддерживать возможность редактирования информации и администрирования записей, что позволит отслеживать динамику событий и управлять актуальной информацией эффективно.
- Обеспечение доступности информации о событиях в календаре. Создание интерфейса, который будет содержать актуальную информацию о предстоящих событиях. Данный интерфейс должен быть интуитивно понятным и способствовать быстрому поиску необходимой информации для пользователей, а также обеспечивать удобную навигацию по разделам календаря.
- Использование современного фреймворка для разработки пользовательского интерфейса. Применение Guna.Framework для создания современного и привлекательного пользовательского интерфейса, что поможет улучшить общий пользовательский опыт при взаимодействии с системой.
- Система регистрации и авторизации пользователей. Разработка модуля регистрации и авторизации, который позволит пользователям создавать учетные записи и входить в систему с использованием безопасных методов аутентификации.
- Управление профилями пользователей. Создание функционала управления профилями пользователей. Это даст возможность четко разграничивать доступ к различным разделам календаря и обеспечит защиту конфиденциальной информации.
- Создание возможности ведения аудита изменений в базе данных. Разработка системы аудита, которая будет отслеживать изменения, происходящие в базе данных, включая добавление, редактирование и удаление событий.

Система должна состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом роли учетной записи.

Общее назначение разрабатываемых модулей:

- просмотр событий и их параметров, доступных пользователю;
- добавление/удаление/редактирование событий в календаре, доступных пользователю исходя из его роли;
- выбора других категорий событий, которые предусмотрены иной ролью.

Объектом исследования выступает процесс автоматизации управления событиями в универсальном календаре с использованием методологии Kanban.

Предметом исследования данного проекта является система управления событиями, спроектированная согласно принципам Kanban, с акцентом на удобство использования и интуитивно понятный интерфейс.

Цель исследования заключается в создании универсального календаря, который предложит пользователям удобный инструмент для планирования и управления событиями, предоставляя все необходимые условия для эффективной организации времени.

Результатом исследовательской работы будет являться готовый программный продукт и пояснительная записка.

Архитектура системы

Информационная система может быть реализована на основе клиент-серверной архитектуры. В качестве клиентской части можно использовать десктоп-приложение, что обеспечит грамотную структуризацию данных. Серверная часть будет обрабатывать запросы приложения, управлять базой данных и обеспечивать безопасность.

Ниже на рисунке 1 представлена Диаграмма декомпозиции «Регистрация нового пользователя» для разрабатываемой платформы.

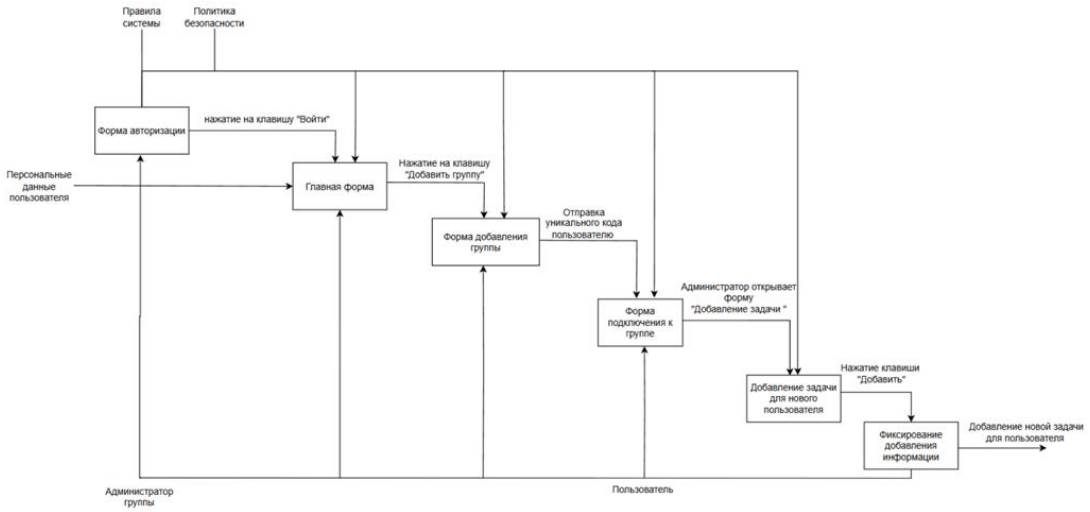


Рис. 1 – Диаграмма декомпозиции «Регистрация нового пользователя» для разрабатываемой платформы.

Компоненты системы:

1. Модуль управления событиями: Предназначен для администраторов или организаторов, позволяя добавлять, изменять и удалять события. Доступ к функциям модуля определяется ролью пользователя, что гарантирует безопасность и контроль над данными..
2. База данных: Хранит данные о событиях, пользователях и их взаимодействиях.
3. Пользовательский интерфейс: Интерфейс должен быть удобным и понятным для всех категорий пользователей. Для его реализации предлагается использовать Guna.Framework , который обеспечивает современный дизайн, гибкость настройки и высокую производительность.

Форма Форма «Регистрации и авторизации» авторизация представлена ниже на рисунке 2,.

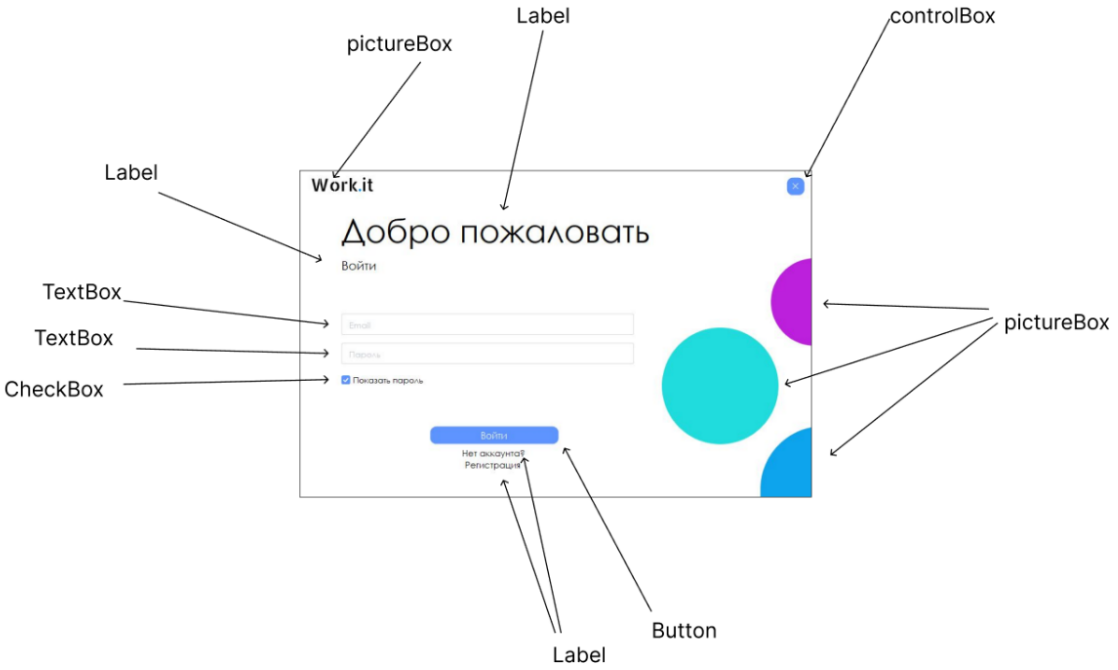


Рис. 2 – Форма веб-сайта

Реализация и тестирование

Процесс разработки системы можно разбить на несколько этапов:

1. Сбор требований: Определение функционала через общение с пользователями и аналитикой их потребностей.
2. Проектирование: Разработка архитектуры системы и создание прототипов интерфейсов.
3. Разработка: Написание кода с использованием современных технологий.
4. Тестирование: Проверка работоспособности, удобства использования и устранение ошибок.
5. Внедрение: Запуск системы в работу, обучение пользователей и сбор обратной связи..

Заключение

В итоге разработанная универсальная система календаря предоставляет пользователям инструмент для эффективного планирования и управления событиями. Благодаря использованию методологии Kanban при проектировании, система отличается гибкостью, удобством и высокой производительностью. Применение современного фреймворка Guna.Framework гарантирует современный дизайн и интуитивно понятный интерфейс, что делает платформу доступной и удобной для широкого круга пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка программного обеспечения с использованием методологии Kanban: практическое руководство / А. В. Смирнов, Е. А. Иванова. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 128 с. - ISBN 978-5-4461-1532-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/123456
2. Современные фреймворки для создания интуитивно понятных интерфейсов: обзор технологий и инструментов / М. С. Петров, Д. А. Кузнецов. - Москва : Бином, 2019. - 156 с. - ISBN 978-5-9909876-5-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/654321
3. Универсальные календари в программировании: теория и практика реализации

/ Л. В. Федорова, Р. М. Григорьев. - Новосибирск : Наука, 2018. - 92 с. - ISBN 978-5-87693-123-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/987654

4. Agile и Kanban: адаптивное управление проектами в IT / В. А. Соколов, А. П. Титов. - Москва : ДМК Пресс, 2021. - 230 с. - ISBN 978-5-94074-873-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/321654

5. Проектирование пользовательских интерфейсов с использованием современных фреймворков / О. В. Андреев, Т. Н. Михайлова. - Екатеринбург : УрФУ, 2022. - 180 с. - ISBN 978-5-7996-3456-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/654987

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ГИДРАТАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННОГО КОРПУСА ООО «ЧЕРНОЗЕМЬЕ»

Мокану Ю.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Насосная станция гидратации экстракционного корпуса предназначена для перекачивания воды, обеспечивая стабильность технологического процесса. Изначально станция проектировалась на горизонтальных центробежных насосах Lowara NSC — это универсальное решение для различных областей применения. Графики завимостей насоса представлены на рисунке 1.

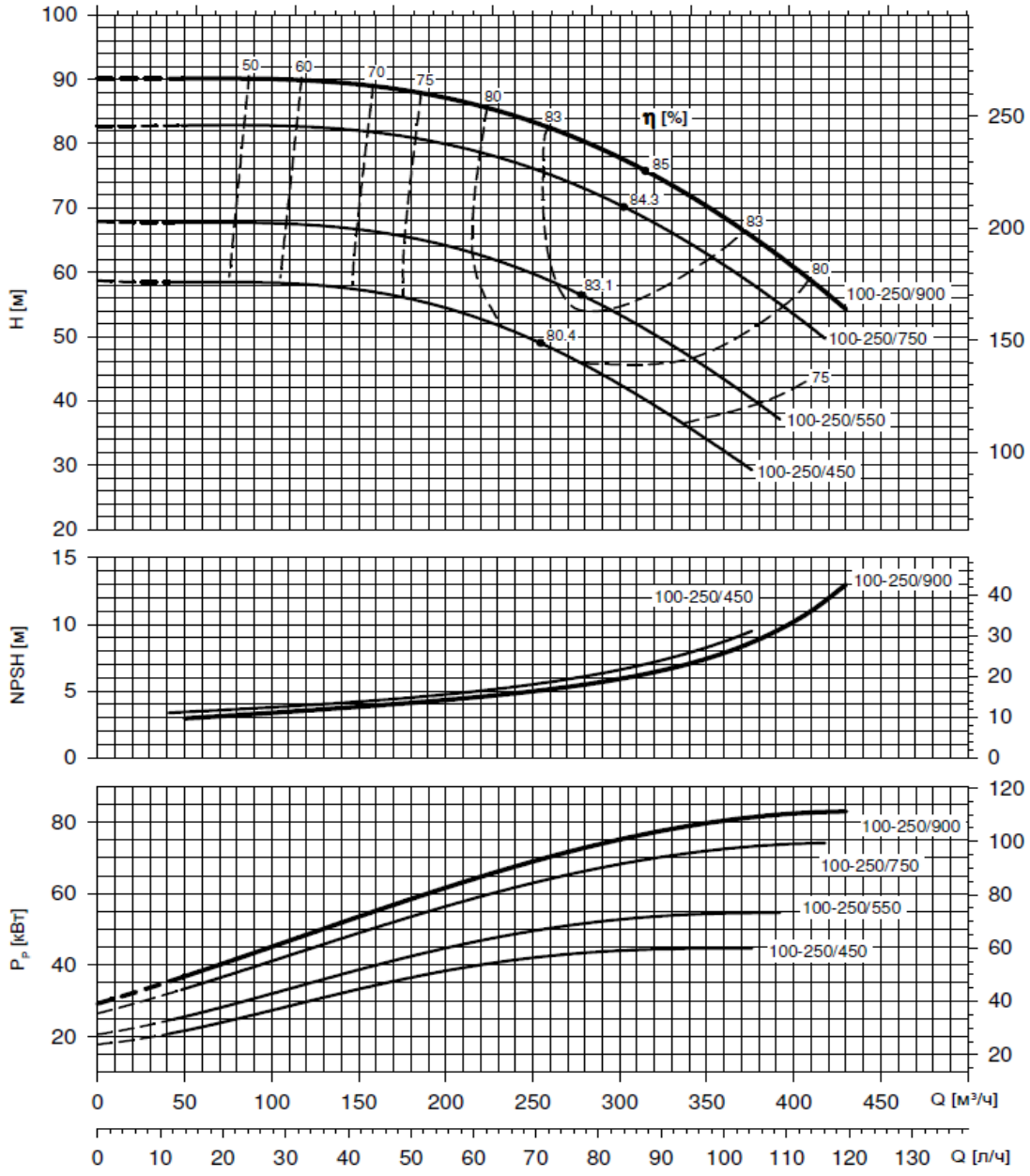


Рис. 1 – Рабочие характеристики насоса NSCF 100–250/750/W25VCC4

В процессе реализации проекта возникли непредвиденные сложности, связанные с введением санкций рядом иностранных государств. В результате стало невозможным получение ряда услуг от компании Lowara, включая официальную закупку оборудования,

гарантийное обслуживание и техническую поддержку. В подобных условиях возникла необходимость пересмотра текущей проектной стратегии.

В рамках адаптации проекта предлагается заменить используемое оборудование на более доступные аналоги, представленные на современном рынке. Такой подход позволит устранить зависимость от поставщика, оказавшегося под санкциями, и обеспечить стабильное продолжение реализации проекта без сбоев.

На основании анализа ключевых параметров — таких как производительность, напор, частота вращения и мощность — был выбран насос марки CNP NIS200–150–400G/75SWH. Его технические характеристики представлены на рисунке 2.

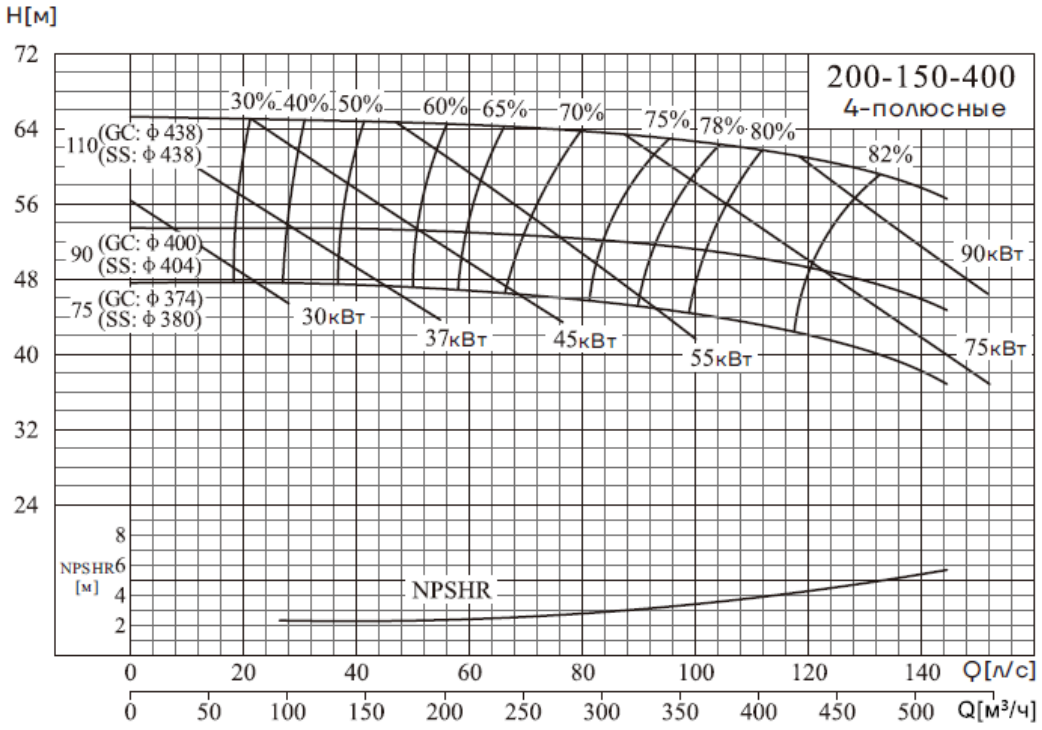


Рис. 2 – Рабочие характеристики насоса CNP NIS200–150–400G/75SWH

Скалярное управление асинхронным электродвигателем основано на изменении таких параметров, как напряжение (U) и частота (f). Для обеспечения требуемого режима работы двигателя необходимо применение определённого алгоритма регулирования, который реализуется через соответствующий закон управления (1).

$$\frac{U}{f^2}, \tag{1}$$

Данный метод регулирования широко применяется в системах с вентиляторами и насосами. В случае управления насосом, где требуется плавное повышение давления, скалярное управление может использоваться как простое и эффективное решение, несмотря на его ограничения, в частности — затруднённое управление электромагнитным моментом в переходных режимах.

Среди основных преимуществ скалярного управления асинхронным двигателем можно выделить следующие:

- сниженное значение критического скольжения;
- стабильность критического момента при изменении частоты, при условии постоянства тока питания;
- отсутствие необходимости в использовании датчика положения ротора, поскольку скорость вращения может быть рассчитана по частоте подаваемого напряжения.

При таком способе управления в течение всего диапазона изменения частоты поддерживается постоянное соотношение между напряжением и частотой, что обеспечивает сохранение критического момента, независимого от частоты питающего напряжения.

Для моделирования процесса используем среду Matlab Simulink. На схеме (рисунок 3) представлена силовая часть системы, которая включает в себя: трёхфазный диодный выпрямитель, инвертор напряжения и фильтр, реализованный в виде конденсатора, установленного в цепи постоянного тока.

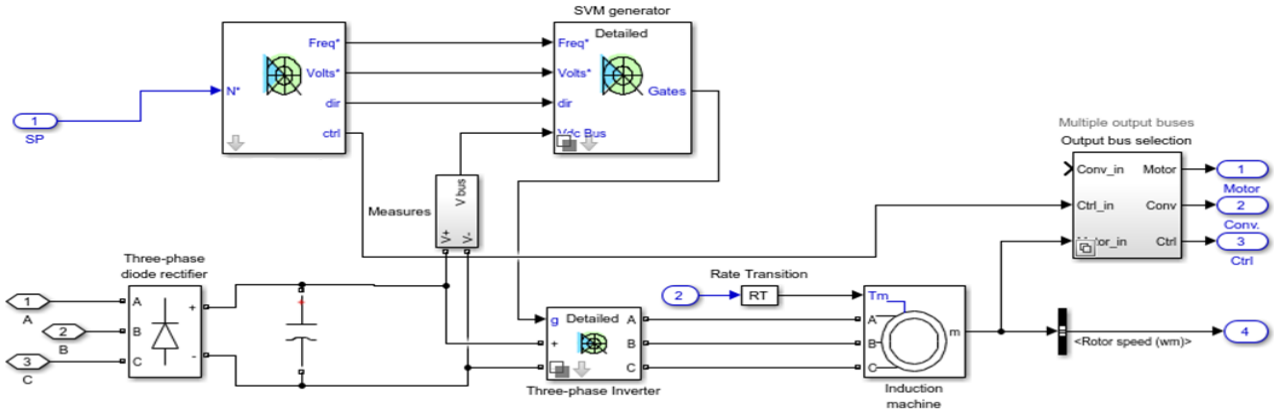


Рис. 3 – Модель асинхронного привода со скалярной системой управлением

После проведения моделирования системы, были получены временные диаграммы, отражающие поведение системы в переходных режимах. В частности, на рисунке 4 представлены графики изменения электромагнитного момента, тока статора и скорости вращения ротора.

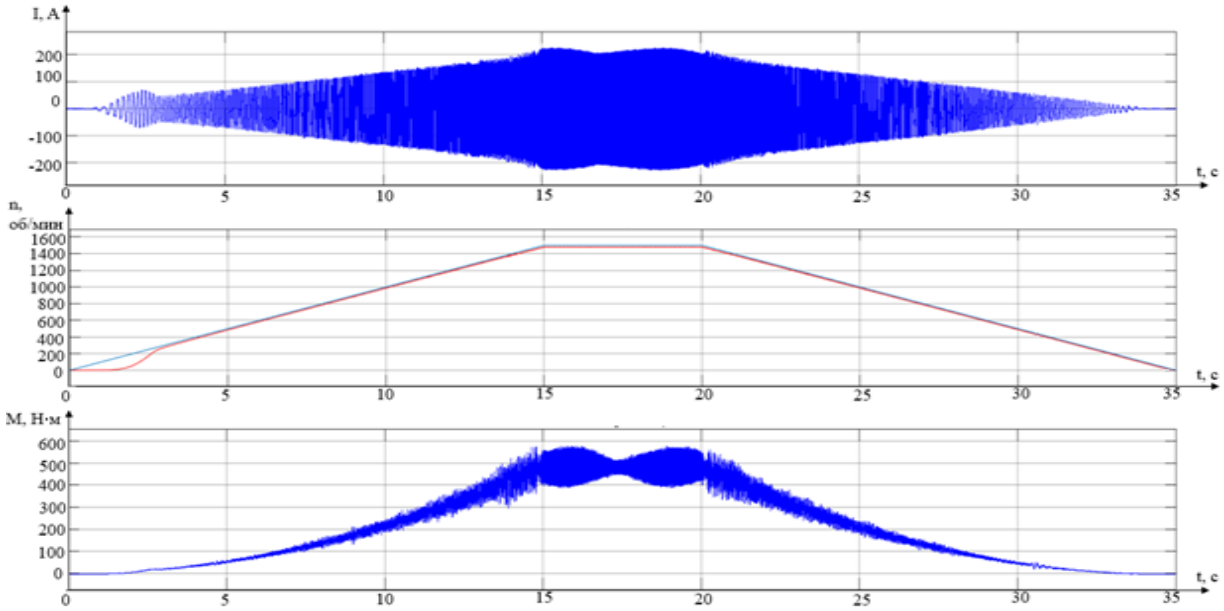


Рис. 4 – Графики двигателя: ток статора; скорость ротора; электромагнитный момент

Вывод: результаты проведённого моделирования подтверждают, что замена электропривода Lowara на частотно–регулируемый привод от компании CNP обеспечивает сохранение эффективности работы системы и не оказывает негативного влияния на её функциональные характеристики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев, В. И., Теория электропривода: Учебник для вузов. / В.И. Ключев – [Электронный ресурс] – https://www.elec.ru/library/nauchnaya–i–tehnicheskaya–literatura/teoriya–elektroprivoda–klyuchev/ (дата обращения: 5.04.2024).

2. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. / Н. Н. Абрамов [Электронный ресурс] – https://djvu.online/file/3koJSDBmoqRv0 (дата обращения: 5.04.2024).

3. Официальный сайт компании CNP [Электронный ресурс]. – https://www.cnp–rus.ru (дата обращения: 18.07.2024).

4. Официальный сайт компании Lowara [Электронный ресурс]. – https://www.lowara.su (дата обращения: 18.07.2024).

ОБ АНАЛИЗЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИСШЕСТВИЙ И ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

Москвитина В.Ю., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Цыганков Ю.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Производственный травматизм — травма, полученная работником на производстве и вызванная несоблюдением требований охраны труда. Все работодатели обязаны предпринимать меры по предотвращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. При определенных обстоятельствах и на определенные цели страхователю может быть разрешено часть расходов на финансирование мер по предупреждению производственного травматизма возместить за счет взносов на травматизм, подлежащих уплате в бюджет ФСС РФ.

Причины производственного травматизма:

- Организационные: недостатки в организации и содержании рабочего места, применение неправильных приёмов работы, недостаточный надзор за работой, за соблюдением правил техники безопасности, допуск к работе неподготовленных рабочих, плохая организация трудового процесса, отсутствие или неисправность средств индивидуальной защиты.
- Технические: возникают из–за несовершенства технологических процессов, конструктивных недостатков оборудования, приспособлений, инструментов, несовершенства защитных устройств, сигнализаций, блокировок и т. п.
- Санитарно–гигиенические: отсутствие специальной одежды и обуви или их дефекты, неправильное освещение рабочих мест, чрезмерно высокая или низкая температура воздуха в рабочих помещениях, производственная пыль, недостаточная вентиляция, захламлённость и загрязнённость производственной территории.
- Социально–психологические: складываются из отношения коллектива к вопросам безопасности, микроклимата в коллективе.
- Климатические: зависят от специфики особенностей климата, времени суток, условий труда.
- Биографические: связаны с полом, возрастом, стажем, квалификацией, состоянием здоровья.
- Психофизиологические: зависят от особенностей внимания, эмоций, реакций, физических и нервно–психологических перегрузок.
- Экономические: вызваны неритмичностью работы, нарушением сроков выдачи заработной платы, недостатками в жилищных условиях, в обеспечении детскими учреждениями.

При профилактике производственного травматизма можно выделить два основных метода:

- Ретроспективный (статистический, топографический, экономический) – требуют накопления данных о несчастных случаях. В этом и кроется один из главных недостатков.
- Прогностический – позволяют изучать опасность на основе логико–вероятностного анализа, правил техники безопасности, мнений экспертов, специальных экспериментов (монографический).

Существуют следующие пути предупреждения производственного травматизма:

- механизация, автоматизация и дистанционное управление процессами и оборудованием, применением роботов; адаптация человека в производственной среде к условиям труда;

- профотбор людей, соответствующих условиям подготовки, воспитание положительного отношения к охране труда, система поощрений и стимулирования, дисциплинарные меры воздействия, применение СИЗ и др.;
- создание безопасной техники, машин и технологий, средств защиты и приспособлений, оптимизация их параметров производственной среды [1].

В рамках изучения вопроса реализации модели прогнозирования происшествий на основе анализа зафиксированных несчастных случаев был изучен ряд существующих на сегодняшний день работ с аналогичной тематикой. В данной работе представлен разбор трех статей, в которых наиболее детально рассмотрены все аспекты поставленной задачи.

В статье «Анализ производственного травматизма работающих в литейных цехах» А.М. Лазаренкова, И.А. Иванова, М.А. Садоха, А.А. Новик рассматривается влияние коэффициентов частоты и тяжести травматизма в разрезе по участкам цехов, профессии, возрасту и стажу работы пострадавшего, времени происшествия, причинам и травмирующему фактору, на формирование закономерности возникновения несчастных случаев с работниками подразделения.

Авторы акцентируют внимание, что наибольшие значения данных показателей отмечаются в цехах массового производства, в которых наиболее высокий уровень механизации и автоматизации технологических процессов и неблагоприятные условия труда, что опасные и вредные производственные факторы снижают работоспособность, повышают утомляемость, притупляют внимание и способствуют возникновению травмоопасных ситуаций, что значительное количество несчастных случаев приходится на рабочих со стажем работы в цехе до одного года при возрасте 22–24 года и низкой квалификации.

Авторы отмечают, что статистическая обработка экспериментальных данных позволила получить зависимости количества несчастных случаев на участках от условий труда на рабочих местах, анализ которых показывает, что распределение несчастных случаев по участкам хорошо коррелирует с условиями труда.

Также, получены зависимости количества несчастных случаев, приходящихся на разные профессии, от условий труда, анализ которых показал достаточную корреляцию распределения несчастных случаев по профессиям работников от условий труда.

В заключении авторы подчеркивают, что безопасность труда работников возможно обеспечить путем комплексного решения всех производственных факторов, создающих условия труда [2].

В статье «Принципы формирования прогноза состояния производственного травматизма на долгосрочный период» Т.В. Михиной рассматривается прогнозирование производственного травматизма на основе временных рядов, с помощью расчета показателей методом экстраполяции.

Автор отмечает, что при разработке прогнозных моделей необходимо учитывать абсолютные и относительные показатели, беря во внимание травмирующие факторы. По абсолютным показателям % пострадавших меняется под влиянием изменения выборки (изменения коэффициента частоты несчастных случаев). Изменение относительных показателей обусловлено изменением структуры занятости. Заложить учет фактора изменения структуры занятости путем суммирования по разделам невозможно, т.к. внутри разделов относительные показатели неоднородны, требуется дополнительная группировка (по риску травматизма).

Автор обращает внимание на то, что увеличение числа членов в модели, описывающей травматизм, повышает уровень ошибки при прогнозировании, необходимо объединить занятых в экономике по более укрупненным группам. Учет внутренних факторов осуществляется на основе анализа причин несчастного случая, приведшего к производственной травме.

Далее требуется получить на основе временных рядов регрессионные зависимости показателей травматизма занятых в отдельных видах экономической деятельности. Внешние факторы берутся из демографических и социально–экономических прогнозов. Внутренние управляющие факторы выражаются с помощью поправочных коэффициентов.

В заключении автор подчеркивает, что данная методология позволит проводить прогнозирование травматизма на долгосрочный период с учетом динамики экономических и социально–демографических показателей [3].

В статье «Прогнозирование показателей производственной безопасности» Атамановой М.В. рассматриваются такие методы прогнозирования показателей производственной безопасности, как линейная регрессия, экспоненциальное сглаживание, Random Forest, ARIMA. Построение моделей и вычисления производились на языке программирования R, в качестве среды разработки использовался RStudio.

Автор отмечает, что модели экспоненциального сглаживания и ARIMA менее выгодны, т.к. требуют больших затрат и сложны в настройке, тогда как проще выделить несколько признаков из временного ряда или добавить внешние признаки и на них построить модели линейной регрессии и Random Forest.

Для оценки средней ошибки моделей в реальных цифрах использовались средняя квадратичная ошибка (MSE) и средняя абсолютная ошибка (MAE), а для понимания, как подобное отклонение в реальных цифрах влияет на качество модели использовалась средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE).

В заключении автор подчеркивает, что на предложенных данных лучшей моделью с наибольшей точностью прогноза является Random Forest (MSE – 239 934, MAE – 1 739, MAPE – 6,22), а лучший результат показали модели, которые строятся на матрице признаков, а не по временному ряду [4].

По результатам проведенного анализа статей, посвященных прогнозированию производственного травматизма, можно выделить несколько основных аспектов, которые подчеркивают важность системного подхода к разработке мероприятий, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве, а именно, влияние условий труда, методы прогнозирования производственного травматизма и оценка эффективности различных моделей.

Первая статья акцентирует внимание на коэффициентах частоты и тяжести травматизма, анализируя их в контексте участков цехов, профессий, возраста и стажа работников. Исследование показывает, что наибольшее количество несчастных случаев происходит в цехах массового производства, где высокий уровень механизации и неблагоприятные условия труда способствуют повышению утомляемости и снижению внимания работников. Особенно уязвимыми оказываются молодые рабочие с низкой квалификацией и стажем работы до одного года. На основании статистической обработки данных было выявлено, что распределение несчастных случаев по участкам хорошо коррелирует с условиями труда, а также была определена достаточная корреляция распределения несчастных случаев по профессиям работников от условий труда.

Вторая статья посвящена методам прогнозирования производственного травматизма на основе временных рядов. Автор подчеркивает важность учета как абсолютных, так и относительных показателей, а также необходимости группировки данных по риску травматизма. Прогнозирование требует анализа как внутренних факторов (причины несчастных случаев), так и внешних (демографические и социально–экономические прогнозы). Методология, предложенная автором, позволяет проводить долгосрочное прогнозирование с учетом динамики различных показателей.

Третья статья рассматривает различные методы прогнозирования показателей производственной безопасности, такие как линейная регрессия, экспоненциальное сглаживание, Random Forest и ARIMA. Автор отмечает, что модели Random Forest показывают наилучшие результаты по точности прогноза, в то время как более сложные модели, такие как ARIMA, требуют значительных затрат и сложны в настройке. Для оценки качества моделей использовались различные метрики, такие как средняя квадратичная ошибка и средняя абсолютная процентная ошибка.

Подводя итог, следует отметить, что для эффективного снижения травматизма на производстве необходимо учитывать множество факторов, включая условия труда, методы прогнозирования производственного травматизма и выбор подходящих прогнозных моделей.

Комплексный подход к анализу и прогнозированию травматизма может значительно улучшить безопасность труда и снизить количество несчастных случаев. Дальнейшие исследования в этой области могут сосредоточиться на определении закономерностей, которые вызвали появление несчастных случаев с работниками предприятия и последующей разработке и внедрении комплексных программ по улучшению условий труда и повышению квалификации работников.

Предиктивная аналитика очень важный и мощный инструмент в рамках комплексной работы по предупреждению наступления несчастных случаев, который способствует повышению безопасности труда и снижению уровня производственного травматизма. В перспективе данный инструмент позволит не только учитывать основные показатели травматизма и определять неблагоприятные тенденции по статистике несчастных случаев за несколько лет, но и выявлять скрытые сигнальные факторы ухудшения ситуации. Предиктивная аналитика делает возможным выявление потенциальных рисков и опасностей на производстве, анализируя зафиксированные данные. С помощью современных технологий можно анализировать данные в реальном времени и оперативно реагировать на изменения в условиях труда, благодаря выявленным аномалиям, которые могут привести к несчастным случаям. Использование предиктивной аналитики позволяет организациям разрабатывать долгосрочные стратегии по улучшению безопасности труда, основываясь на прогнозах и анализе тенденций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Травматизм [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%BC (дата обращения 30.03.2025).
2. А.М. Лазаренков, И.А. Иванов, М.А. Садоха, А.А. Новик. Анализ производственного травматизма работающих в литейных цехах [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz–proizvodstvennogo–travmatizma–rabotayuschih–v–liteynyh–tsehah (дата обращения 31.03.2025).
3. Т.В. Михина. Принципы формирования прогноза состояния производственного травматизма на долгосрочный период [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy–formirovaniya–prognoza–sostoyaniya–proizvodstvennogo–travmatizma–na–dolgosrochnyy–period (дата обращения 31.03.2025).
4. Атаманова М. В. Прогнозирование показателей производственной безопасности [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie–pokazateley–proizvodstvennoy–bezopasnosti (дата обращения 01.04.2025).

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОШИБКИ ЕГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Мурин В.Е., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Халапян С.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Параллельные роботы представляют собой класс механических систем, в которых несколько кинематических цепей соединяют подвижную платформу с основанием. Каждая из них содержит приводы, которые обеспечивают движение платформы в пространстве. Управление параллельным роботом представляет собой сложную задачу, так как необходимо учитывать взаимодействие между цепями и обеспечивать синхронную работу приводов.

Такие роботы широко используются в промышленности благодаря своей высокой жёсткости, нагрузочной способности и возможности достижения высоких скоростей и ускорений. Однако для дальнейшего повышения эффективности работы параллельных роботов необходимо совершенствовать алгоритмы управления, чтобы увеличить их точность и скорость выполнения задач.

Основными параметрами, характеризующими работу параллельного робота, являются точность и скорость. Точность определяется способностью робота достигать заданных положений и пространственных ориентаций с минимальной погрешностью. Скорость определяется временем, необходимым для выполнения заданного движения.

Траектория движения робота задается обычно в так называемых выходных координатах, которые описывают положение и ориентацию подвижной платформы в пространстве. Для организации движения робота по заданной траектории необходимо решить обратную задачу кинематического анализа, т. е. по известным формулам рассчитать необходимую последовательность изменения во времени каждой из входных координат (длин приводных штанг или углов поворота приводных шарниров).

В описанном случае алгоритм управления параллельным роботом основан на переключении заданных значений входных координат через определенные промежутки времени. При этом необходимо заранее рассчитать, какое время потребуется роботу на прохождение каждого шага траектории. Такой расчет не является тривиальным, поскольку должен учитывать взаимовлияние кинематических цепей, а они в ряде случаев могут «мешать» друг другу, замедляя движение. Кроме того, часто невозможно спрогнозировать влияние остальных элементов системы, с которыми робот осуществляет взаимодействие.

В то же время недостоверный или недостаточно точный результат расчета необходимого времени может привести, с одной стороны, к его недооценке и тогда задание будет переключено раньше, до достижения целевой точки с необходимой точностью. С другой стороны, может произойти выделение на шаг избыточного времени, что замедлит выполнение задания. В результате снизится либо точность позиционирования, либо производительность робота, либо, что весьма вероятно, и то, и другое.

Для повышения точности и скорости работы параллельного робота необходимо организовать переключение заданий не по времени, а по мере достижения предыдущего задания с необходимой точностью. Это позволит роботу более эффективно использовать свои возможности и адаптироваться к изменяющимся условиям работы.

Эксперименты, проведенные с планарным параллельным роботом (рис. 1), показали, что точность достижения заданной точки траектории не может быть определена по отклонению от задания его входных координат. При этом аналитическое решение прямой задачи кинематики (расчет выходных координат по известным входным) невозможно [1].

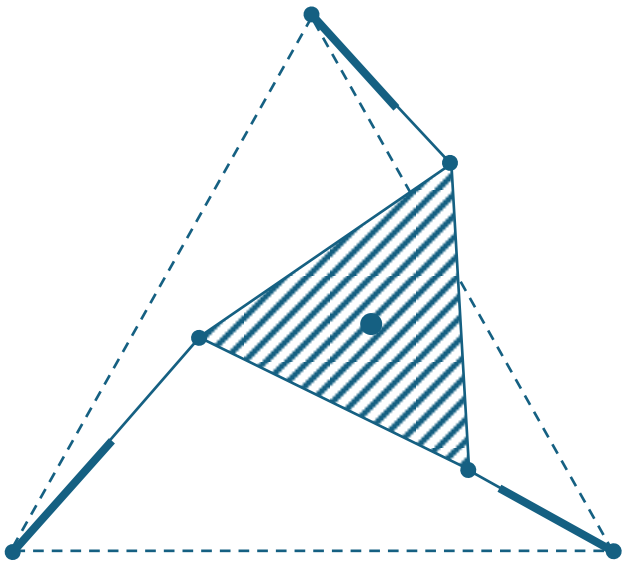


Рис. 1 – Топология планарного параллельного механизма

На основе многократного решения обратной задачи кинематики для различных точек рабочего пространства может быть получена выборка, содержащая большое количество примеров выходных и соответствующих входных координат. Если обучить на основе такой выборки несколько нейронных сетей, причём на их входы подавать входные координаты, а на выход каждой из них – одну из выходных, это позволит решать с необходимой точностью, определяемой объемом обучающей выборки и структурой нейронной сети, прямую задачу кинематики.

В результате возникает возможность расчета в процессе управления движением робота величины динамической ошибки (расстояния) до заданной точки, что позволяет выделять на каждый шаг ровно столько времени, сколько необходимо для его выполнения. Это позволяет организовать более гибкое управление, применение которого может привести к повышению точности и/или скорости работы робота.

Повышение точности и скорости работы параллельного робота является важной задачей для повышения его эффективности в промышленных приложениях. Использование управления с нейросетевой оценкой динамической ошибки его позиционирования представляет собой перспективный подход к решению этой задачи, позволяя роботу адаптироваться к изменяющимся условиям и оптимизировать параметры управления для достижения максимальной производительности. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к разработке более совершенных алгоритмов управления, которые будут способствовать дальнейшему развитию технологий параллельных роботов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khalapyan S. et al. Motion control of 6–DOF relative manipulation device //IFToMM Symposium on Mechanism Design for Robotics. – Cham : Springer International Publishing, 2021. – С. 217–225.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС–ПРОЦЕССОВ САЛОНА КРАСОТЫ

Мягкой И.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Основина О.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Современная индустрия красоты требует внедрения инновационных технологических решений для оптимизации внутренних процессов и повышения качества обслуживания клиентов. Разработка специализированной информационной системы для салона красоты «Контора Стиля» представляет собой комплексный проект, направленный на решение ключевых операционных задач через цифровизацию основных бизнес–процессов. В условиях растущей конкуренции на рынке услуг красоты автоматизация становится критически важным фактором успеха, позволяя не только улучшить клиентский сервис, но и повысить эффективность управления ресурсами предприятия [1].

На этапе предпроектного анализа были детально изучены текущие бизнес–процессы салона, что позволило выявить несколько системных проблем, требующих технологического решения. Основные болевые точки включали неэффективную систему управления записями, осуществляемую исключительно в ручном режиме, отсутствие возможности онлайн–бронирования услуг для клиентов, а также чрезмерную нагрузку на административный персонал, вынужденный обрабатывать все запросы в телефонном режиме. Дополнительными проблемными зонами стали сложности с учетом рабочего времени мастеров, ведением истории посещений клиентов и анализом эффективности предоставляемых услуг.

Для решения этих задач была разработана детальная спецификация функциональных требований к будущей системе. Ключевые модули включают комплексное управление клиентской базой с возможностью ведения истории посещений, интегрированную систему онлайн–записи с визуализацией свободных окон в расписании мастеров, автоматизированное формирование отчетности по различным бизнес–показателям, а также инструменты для управления товарными запасами и маркетинговыми акциями. Особое внимание уделено разработке интуитивно понятного пользовательского интерфейса, доступного как для клиентов через веб–браузер, так и для сотрудников салона через административную панель.

В процессе проектирования системы были использованы различные виды визуального моделирования. Диаграмма классов – один из основных инструментов объектно–ориентированного проектирования, который отображает структуру системы через классы, их атрибуты, методы и взаимосвязи. В реализуемом проекте диаграмма классов включает несколько ключевых сущностей: «Аккаунт» (управление учетными записями и правами доступа), «Услуга» (детальное описание оказываемых услуг с указанием стоимости и продолжительности), «Клиент» (персональные данные и полная история взаимодействия с салоном), «Персонал» (профили мастеров с информацией о специализации и графике работы), а также «Расписание» (система управления доступностью мастеров с учетом их рабочего времени и текущей загрузки), изображённые на рисунке 1.

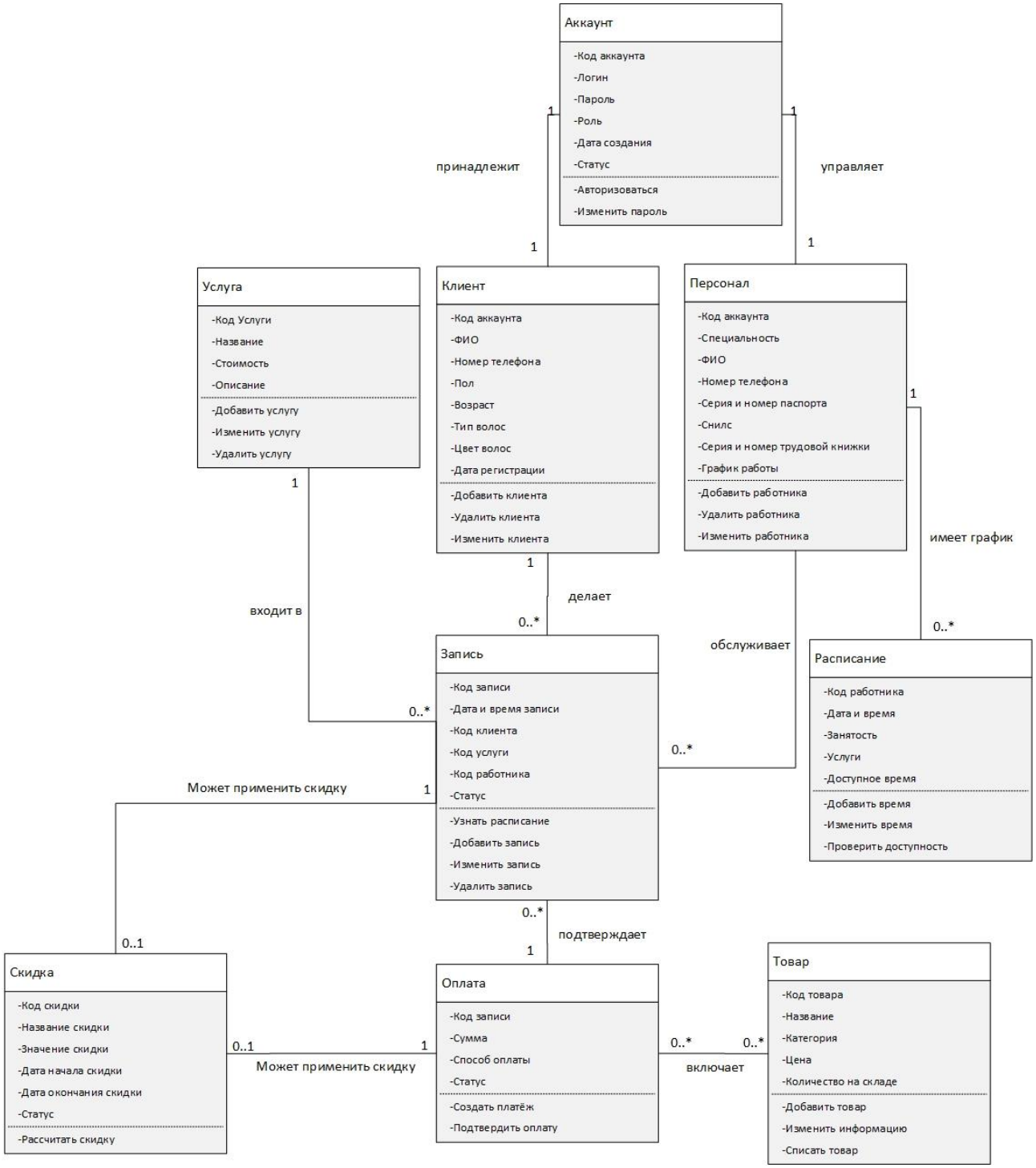


Рис. 42 – Диаграмма классов

Другой важный инструмент проектирования – диаграмма деятельности, которая визуализирует последовательность действий в бизнес–процессе [3]. В нашем случае она детально описывает полный цикл оказания услуги: от момента первичной регистрации клиента в системе или авторизации существующего пользователя, через этап выбора конкретной услуги и мастера с просмотром доступных временных окон, до процедуры подтверждения записи администратором и непосредственного оказания услуги мастером. Особое внимание уделено альтернативным сценариям, таким как отмена или перенос записи, а также системе уведомлений для всех участников процесса. Общую картину можно увидеть на рисунке 2.

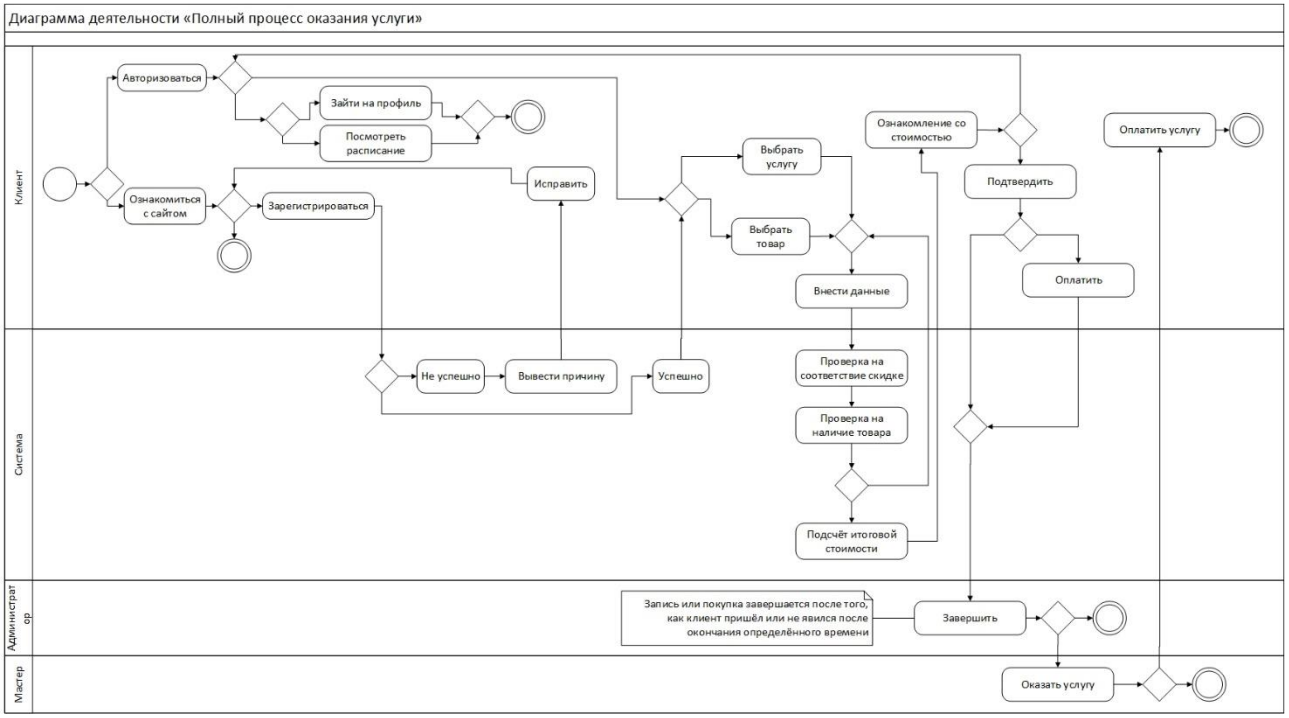


Рис. 43 – Диаграмма деятельности

Техническая архитектура системы построена по классической трехуровневой модели, изображенной при помощи диаграммы развёртывания, изображённой на рисунке 3, которая показывает аппаратные и программные среды исполнения, а также промежуточное программное обеспечение, соединяющее их [2]. Клиентская часть реализована с использованием современных веб–технологий: HTML5 и CSS3 обеспечивают адаптивную верстку, JavaScript (фреймворк React) отвечает за интерактивность интерфейсов, что особенно важно для мобильных пользователей. Серверная часть разработана на базе PHP–фреймворка Laravel, который был выбран благодаря своей надежности, хорошей документации и наличию встроенных механизмов безопасности. Для хранения данных используется реляционная СУБД MySQL, оптимально подходящая для структурированных данных с четкими связями между сущностями.

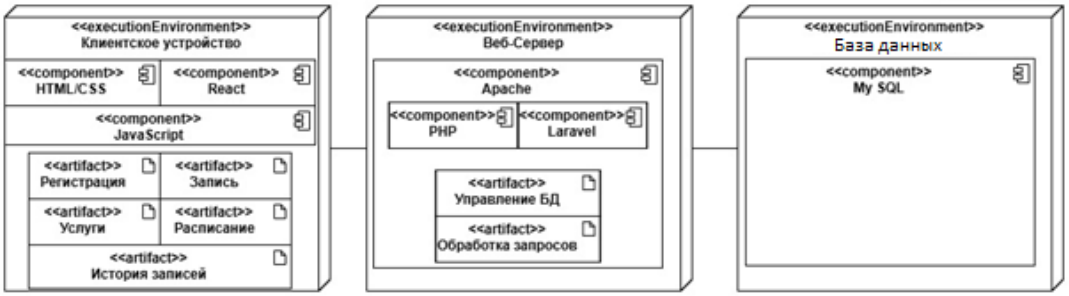


Рис. 44 – Диаграмма развёртывания

Пользовательские интерфейсы системы были тщательно продуманы с учетом потребностей различных категорий пользователей. Клиентский портал включает интуитивно понятные формы регистрации и авторизации, удобный интерфейс выбора услуг с фильтрацией по категориям, наглядное отображение расписания мастеров с возможностью онлайн–бронирования, а также личный кабинет с историей посещений и текущими записями. Административная панель предоставляет сотрудникам салона комплексные инструменты для управления расписанием, учета клиентов, формирования отчетов и контроля товарных запасов.

Разработанная информационная система обладает значительным потенциалом для дальнейшего развития и интеграции с другими бизнес–приложениями. В ближайшей перспективе планируется подключение платежных систем для онлайн–оплаты услуг, интеграция с популярными CRM–платформами для более тонкого анализа клиентской базы, а также разработка мобильного приложения для более удобного взаимодействия с постоянными посетителями. Дополнительным направлением развития станет внедрение системы управления запасами с автоматическим формированием заказов поставщикам при достижении минимального остатка товаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богачева Н. М. О разработке системы управления знаниями предприятий технического сервиса. Научный журнал КубГАУ, №80(06). Россия: 2012 – 17с
2. Зараменских Е.П. Управление жизненным циклом информационных систем. Учебное пособие. Москва: 2021–498 с.
3. Рыбаков М. Бизнес–процессы. Как их описать, отладить и внедрить. Практикум. Москва: 2018–60 с.

СОЗДАНИЕ МОДУЛЯ ОНЛАЙН БРОНИРОВАНИЯ ДЛЯ WEB–САЙТА КОМПЬЮТЕРНОГО КЛУБА PLAY ROOM

Новиков А.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Основина О.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Введение

Современные информационные технологии играют ключевую роль в развитии множества отраслей, в том числе индустрии развлечений и услуг. Компьютерные клубы, как важная часть этого сектора, требуют постоянной адаптации к изменениям в поведении и предпочтениях потребителей. В данной работе рассматривается создание модуля онлайн бронирования для компьютерного клуба PlayRoom, который обеспечит решение актуальных проблем, связанных с управлением услугами клуба и взаимодействием с клиентами.

Постановка целей и задач

В настоящее время процесс бронирования времени посещения клуба происходит посредством взаимодействия администратора с клиентом, что, естественно, является неудобным для обеих сторон и приводит к ошибкам и накладкам при формировании записей.

На рисунке 1 представлена UML–диаграмма прецедентов, отражающая функциональный состав процесса взаимодействия клиента с администратором.

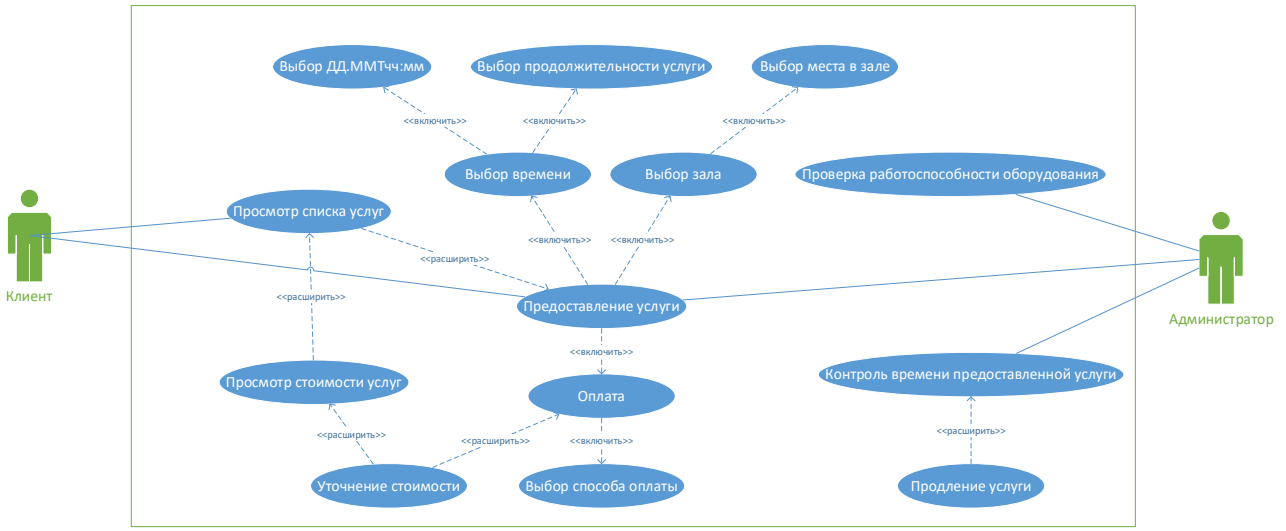


Рис. 1 – UML–диаграмма прецедентов процесса взаимодействия клиента и администратора компьютерного клуба Play Room

Для повышения эффективности взаимодействия необходима разработка программно–аппаратной системы для управления онлайн–бронированием в компьютерном клубе PlayRoom, обеспечивающей удобство использования для клиентов, оптимизацию процессов бронирования и улучшение качества обслуживания через интеграцию с веб–технологиями.

Для детализации и наглядного представления последовательности реализуемых операций при выполнении онлайн бронирования была разработана UML–диаграмма деятельности с дорожками, представленная на рисунке 2.

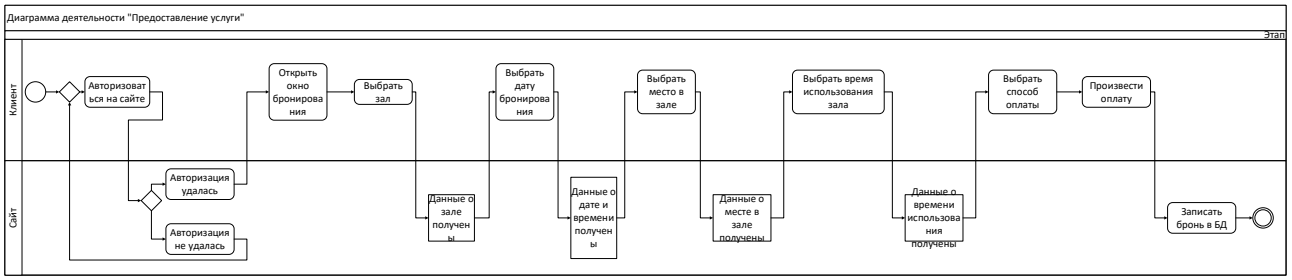


Рис. 2 – Диаграмма деятельности для онлайн бронирования

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Анализ предметной области и существующих решений.
2. Разработка технического задания.
3. Проектирование системы.
4. Реализация программного обеспечения.
5. Тестирование и отладка системы.
6. Подготовка системы для масштабирования.

Для решения вышеперечисленных задач были использованы следующие методики:

1. Анализ и исследование – изучение потребностей целевой аудитории, обзор существующих решений и технологий для онлайн–бронирования.

2. Проектирование – разработка архитектуры системы, создание прототипов интерфейсов для пользователей и администратора.

3. Программирование – написание кода серверной и клиентской частей системы, разработка API и интеграций с внешними сервисами.

4. Тестирование – проверка всех компонентов системы в реальных условиях, выявление и устранение ошибок.

5. Документирование – создание документации для настройки, эксплуатации и использования системы.

Анализ существующих аналогов и обоснование выбора решения

В настоящее время многие клубы используют традиционные методы бронирования, такие как звонки по телефону или запись на месте. Эти методы не только ограничивают гибкость и удобство пользователей, но и создают определённые проблемы в управлении и обработке заказов. Такие системы не позволяют эффективно и своевременно обрабатывать запросы, что в свою очередь негативно сказывается на общем уровне сервиса.

Были проанализированы альтернативы существующей системе онлайн–бронирования, к которым относятся десктопное, мобильное приложения, удобные в использовании и имеющие высокий уровень управления данными и безопасности. Очевидным преимуществом актуальных социальных сетей и мессенджеров является простота и доступность для большинства пользователей. В то же время, для данных способов бронирования характерны ряд недостатков, к наиболее значимым из которых можно отнести: платформенная зависимость, высокие затраты на разработку и поддержку, ограниченная функциональность, необходимость скачивания и обновления.

На фоне вышеописанных альтернатив, сайт для онлайн–бронирования представляется наиболее оптимальным решением для клуба PlayRoom. Этот вариант обладает целым рядом преимуществ, которые делают его удобным и эффективным для управления бронированием.

Информационное обеспечение разрабатываемой ИС

Информация, необходимая для функционирования создаваемого модуля для компьютерного клуба PlayRoom, должна быть сохранена в базе данных. В рамках функционала системы определим ключевые аспекты, касающиеся проектирования базы данных.

- хранение данных о клиентах клуба;
- учет данных о бронированиях рабочих мест;
- возможность просмотра и редактирования данных о клиентах, бронированиях и услугах.

Для обеспечения требуемого функционала с помощью UML–диаграммы классов была разработана модель базы данных, фрагмент которой представлен на рисунке 3.

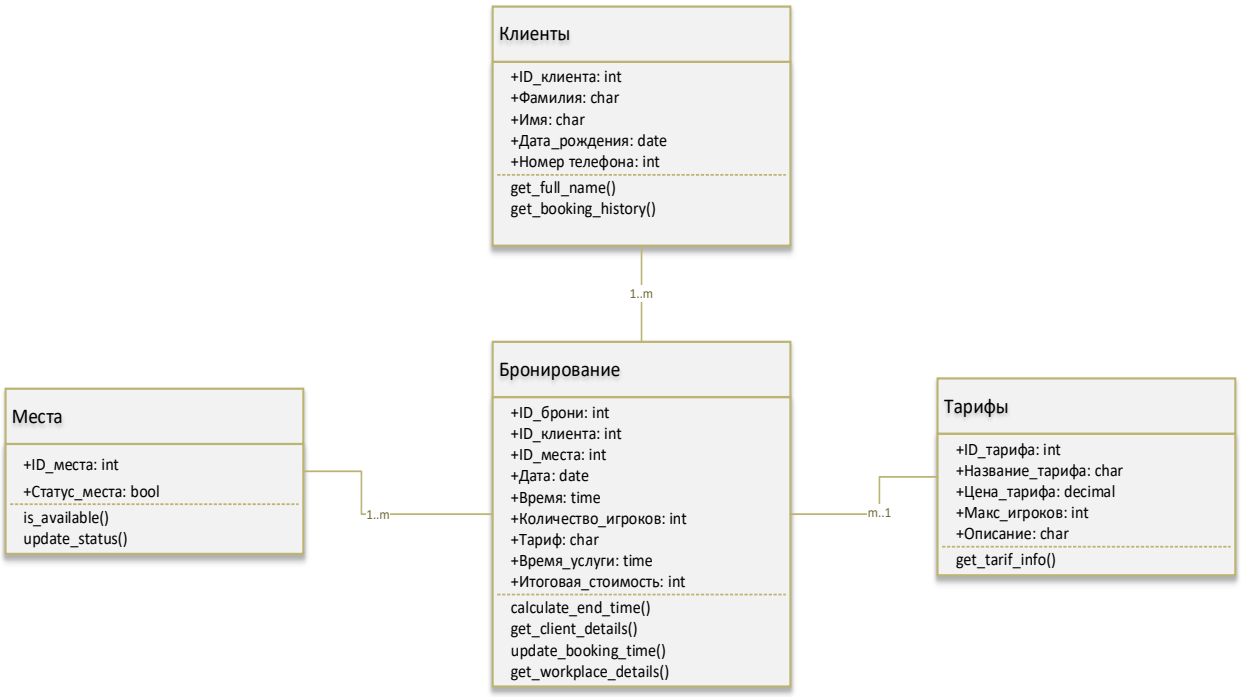


Рис. 3 – Фрагмент диаграммы классов

Каждый класс диаграммы содержит уникальное имя. Поля классов содержат множество атрибутов и методов, которые можно запросить у любого объекта класса.

Программное обеспечение информационной системы

Серверное приложение написано на языке Python с использованием библиотек sys, os, asyncio, threading, json, websockets и PyQt5. В его состав входят ключевые модули, такие как серверное ядро, которое отвечает за управление бронированием и обработку запросов, модуль связи, обеспечивающий взаимодействие с клиентами через WebSocket, а также графический интерфейс, представляющий собой панель администратора для управления местами и тарифами.[3] Клиентская часть также разработана на Python и предоставляет функционал для отправки запросов на бронирование, а также для получения данных о доступных местах и тарифах.[2]

Для хранения информации о пользователях, бронированиях, тарифах и местах используется реляционная база данных. Технологическая база системы включает асинхронный обмен данными через WebSocket и управление через веб–интерфейс с использованием протоколов HTTP/HTTPS.[1] Данная система обеспечивает удобный процесс бронирования и значительно повышает эффективность работы клуба.

Заключение

Разработанный модуль онлайн бронирования для компьютерного клуба «Play Room» представляет собой комплексное решение, направленное на оптимизацию ключевых бизнес–процессов. С его появлением удалось автоматизировать процессы записи и управления расписанием, улучшить взаимодействие с клиентами за счет удобного интерфейса для онлайн–записи, получения уведомлений и обратной связи, повысить эффективность работы сотрудников, предоставляя им инструменты для быстрого доступа к информации о клиентах, услугах и занятости специалистов.

Кроме того, внедрение системы способствует повышению лояльности клиентов благодаря упрощению процесса записи и своевременному информированию о предстоящих визитах. Для руководства салона система становится важным инструментом анализа загруженности, планирования ресурсов и увеличения общей прибыльности бизнесах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов, А.А. Технология HTTPS: основы и практика / А.А. Тарасов. – М.: Диалектика, 2017.

2. Дитрих, А.М. Программирование на Python для начинающих и профессионалов / А.М. Дитрих. – М.: Бином, 2019.

3. Гаевский, А.Ю. 100% самоучитель. Создание Web–страниц и Web–сайтов. HTML и JavaScript / А.Ю. Гаевский, В.А. Романовский. – М.: Триумф, 2022.

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ ИГРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И СЮЖЕТОВ

Оболонко А.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Основина О.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В современных компьютерных играх наблюдается стремительное усложнение как геймплейных, так и нарративных элементов. Большое количество персонажей, возможных сценариев развития событий, сюжетных веток и выборов приводит к необходимости системного подхода к разработке и анализу таких структур. Нарративные элементы уже не ограничиваются простыми линейными сюжетными линиями: современные проекты предлагают игроку развилки, контекстные события и различные возможные финалы, что требует высокой степени согласованности между компонентами. Для описания и анализа подобных сложных структур особенно эффективным оказывается онтологический подход, который позволяет формализовать предметную область, предоставить модели её компонентов и установить их взаимосвязи.

Применение онтологий как инструмента для разработки игровых нарративов становится особенно актуальным в контексте ролевых игр (RPG), где сюжетные ветки имеют большое значение и часто определяют взаимодействие игрока с игровым миром. RPG как жанр характеризуется множеством систем, таких как задания, выборы игрока, персонажи с их ролями, награды и последствия. Все перечисленные аспекты требуют четкой формализации, чтобы упростить разработку, поддерживать согласованность, минимизировать ошибки и автоматизировать некоторые процессы проектирования.

В рамках данного исследования была разработана онтологическая модель для формализации игровых элементов и сюжетов, которая систематизирует ключевые аспекты типовых RPG–игр.

Для разработки онтологической модели была выбрана программа Protégé как инструмент, предоставляющий гибкие возможности для работы с онтологиями. Protégé поддерживает стандарт OWL (Web Ontology Language), который позволяет создавать сложные иерархии классов, добавлять свойства, описывающие отношения между сущностями, и использовать логические правила для автоматизации процессов. Кроме того, Protégé известен своей расширяемостью, возможностью интеграции сложных Reasoner–моделей (HermiT, Pellet) для проверки консистентности данных, а также интуитивно понятным интерфейсом, что делает его идеальным выбором для проектирования онтологий в области игровых нарративов.

В процессе построения онтологической модели была выделена структура, ориентированная на два ключевых направления: описание игровых элементов и моделирование нарративных структур. Эти направления сформировали основу для систематизации и формализации объектов игрового мира и их взаимосвязей, что обеспечивает упорядоченность структур и предоставляет возможности для проверки согласованности.

Первое направление охватывает игровые элементы, которые представляют собой статические и динамические сущности, определяющие основу игрового мира. Эта группа включает такие компоненты, как инвентарь, локации, персонажи, их роли и характеристики. Инвентарь систематизирует все объекты игрового мира, с которыми взаимодействуют персонажи, выделяя разные категории в зависимости от задач и функций объектов. Локации представляют собой пространства, где разворачиваются события игры, и отражают связи с персонажами, заданиями и другими элементами игрового мира. Персонажи, включающие игроков и NPC, описываются через их роли и взаимоотношения с другими объектами мира, что позволяет уточнить их функции и связь с сюжетными элементами. Характеристики игроков и NPC фиксируют их параметры, играющие роль в установлении ограничений или

доступности игровых ресурсов, заданий и путей развития. Все эти элементы формализованы и связаны между собой, чтобы обеспечить целостность игровой структуры.

Второе направление охватывает структурные элементы, необходимые для формализации нарративного аспекта игры. Здесь ключевым элементом выступает понятие сюжетной структуры. Были выделены основные компоненты, включающие сюжетные ветки, которые объединяют связанные между собой сюжетные блоки, фиксируя плавное развитие сценария игры. Сюжетные блоки соединены с заданиями, выбором и результатами, формализуя вариативность и направленное развитие нарратива. Выборы описывают ключевые точки принятия решений игроком, тогда как результаты фиксируют последствия этих решений на локальном или глобальном уровне, влияя на дальнейшее развитие мира.

Онтология, таким образом, представляет собой целостную модель, упорядочивающую основные элементы игрового мира и их взаимодействие в рамках общего сценария. На рисунке 1 представлена разработанная иерархия классов в программе Protégé.



Рис. 4 – Иерархия классов в программе Protégé

Для всех классов и подклассов разработанной иерархии определены соответствующие объектные и литеральные свойства. Эти свойства обеспечивают возможность описания взаимодействий между объектами, а также фиксируют связи и зависимости между различными элементами иерархии. Объектные свойства позволяют задавать отношения между экземплярами разных классов, в то время как литеральные свойства используются для хранения конкретных данных, таких как числовые значения, текстовые описания или

параметры. Благодаря этим свойствам разработанная модель обеспечивает гибкость и полноту в представлении семантических связей, что наглядно иллюстрируется на рисунке 2.

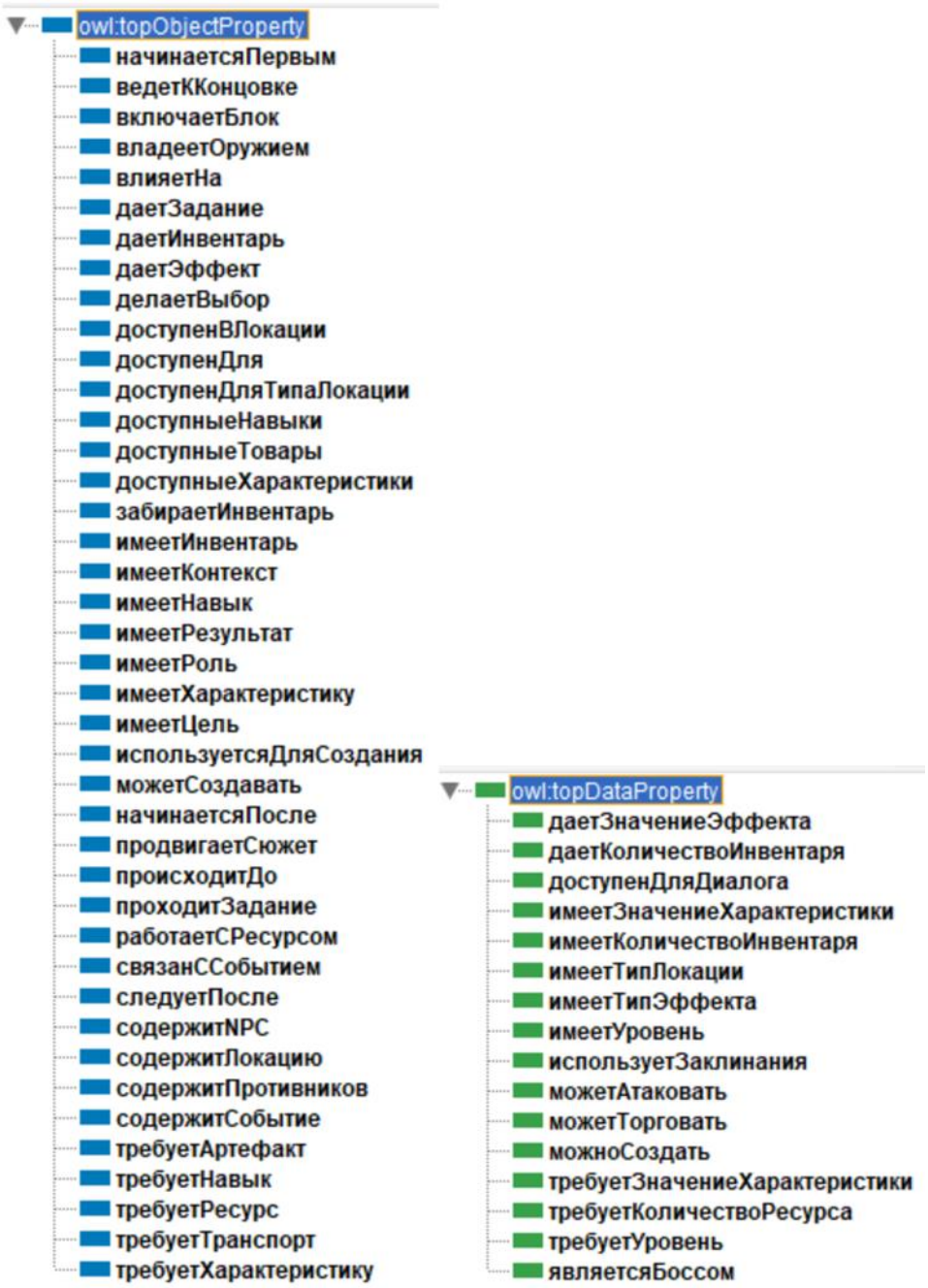


Рис. 5 – Объектные свойства и свойства–литералы моделируемой онтологии

Графическое представление онтологической структуры приведено на рисунке 3.

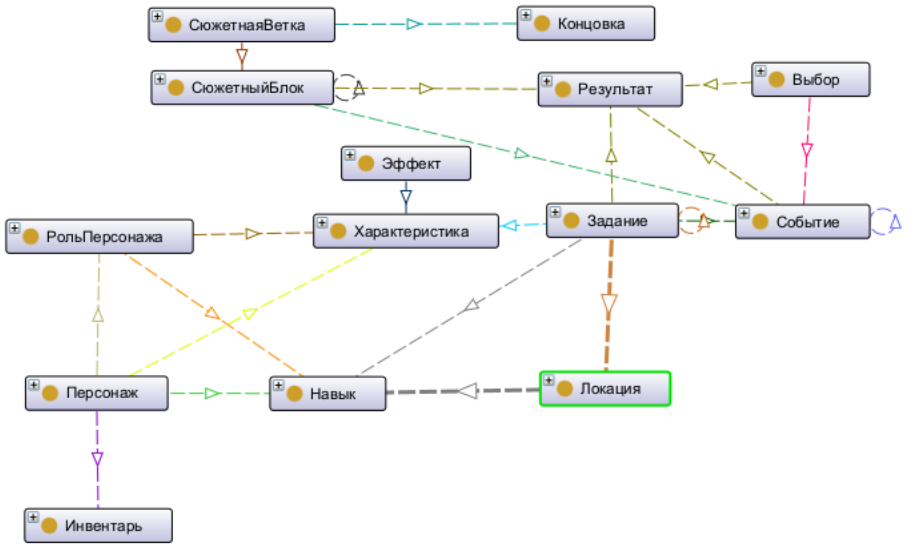


Рис. 6 – Графическая визуализация онтологии в редакторе Protégé

Для обеспечения функциональности разработанной онтологической модели и автоматизации процессов анализа взаимодействий между элементами игрового мира были заданы аксиомы, представленные в разделе "SubClass Of". Эти аксиомы определяют ключевые ограничения и взаимодействия между элементами игровой архитектуры, способствующие сохранению логической последовательности и согласованности структуры. В качестве примера, на рисунке 4 продемонстрировано описание подкласса «ИгровойПерсонаж».

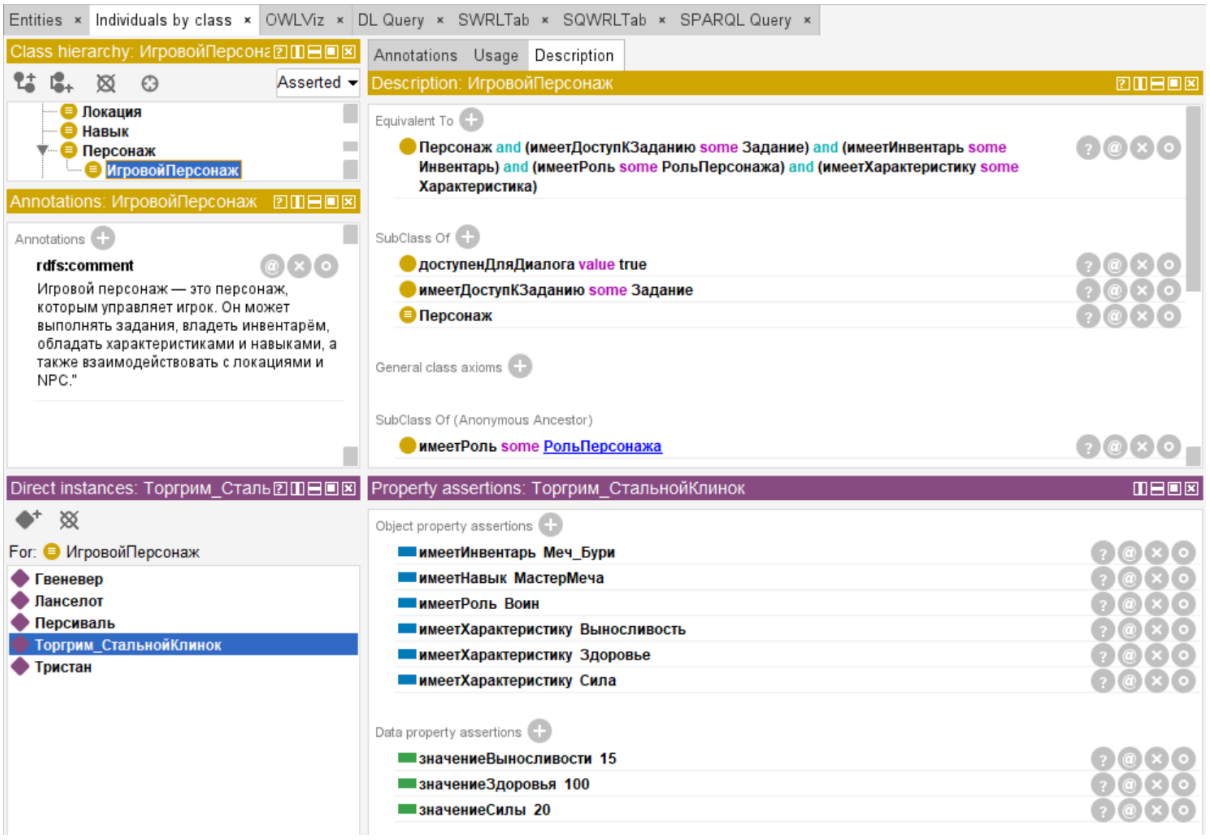


Рис. 7 – Описание подкласса «Игровой персонаж»

Аксиоматическая система позволяет не только классифицировать элементы игровой модели, но и устанавливать базовые зависимости между ними. Эти зависимости задают структуру игрового мира, включая взаимодействия персонажей с заданиями, инвентарём, характеристиками и навыками. Однако при моделировании сложных логических

взаимосвязей, таких как проверка доступности заданий, анализ условий выполнения или последствия действий игрока, одной аксиоматики недостаточно. Для таких задач используется язык SWRL (Semantic Web Rule Language), который расширяет возможности онтологического моделирования, добавляя поддержку сложных логических правил.

SWRL позволяет задать чёткие критерии и связи между элементами игрового мира, описав, какие характеристики, навыки и ресурсы необходимы персонажу для выполнения задания. В рамках разработанной онтологии был создан набор SWRL–правил. Одним из таких является правило для проверки доступности задания, обеспечивающее автоматизацию анализа требований к персонажу, таких как значения характеристик, наличие определённого инвентаря, навыков или доступность локаций. Это правило также учитывает особые условия взаимодействия персонажа с элементами мира в зависимости от его текущего состояния. Кроме того, оно способствует поддержке логической последовательности выполнения сюжетных блоков, исключая противоречия. SWRL–правила интегрированы в онтологию, что делает её универсальным инструментом для проектирования структур сложных игровых систем.

На рисунке 5 представлено написание этого правила. Оно позволяет определить, становится ли задание доступным для персонажа только при выполнении всех необходимых условий. Для корректной классификации и проверки консистентности данных также используются Reasoner–модули, такие как Hermit и Pellet, что гарантирует согласованность онтологии и отсутствие логических ошибок в её структуре.

```
/* Проверяем, что задание, персонаж и локация определены */
Задание(?z) ^ Персонаж(?p) ^ Локация(?l) ^ выполняетсяВ(?z, ?l) ^

/* Проверка требований характеристик: либо нет требований, либо они выполняются */
(
  not(требуетХарактеристику(?z, ?характеристика)) ^ /* Если характеристик нет */
  or
  (
    (требуетХарактеристику(?z, Сила) ^ значениеСилы(?p, ?vСила) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?vСила, ?характеристика)) ^
    (требуетХарактеристику(?z, Здоровье) ^ значениеЗдоровья(?p, ?vЗдоровье) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?vЗдоровье, ?характеристика)) ^
    (требуетХарактеристику(?z, Интеллект) ^ значениеИнтеллекта(?p, ?vИнтеллект) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?vИнтеллект, ?характеристика)) ^
    (требуетХарактеристику(?z, Ловкость) ^ значениеЛовкости(?p, ?vЛовкость) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?vЛовкость, ?характеристика)) ^
    (требуетХарактеристику(?z, Выносливость) ^ значениеВыносливости(?p, ?vВыносливость) ^ swrlb:greaterThanOrEqual(?vВыносливость, ?характеристика))
  )
) ^

/* Проверка требований артефактов: если заданию нужны артефакты, они должны быть у персонажа */
(
  not(требуетАртефакт(?z, ?артефакт)) /* Если артефакты не требуются, пропускаем */
  or
  (требуетАртефакт(?z, ?артефакт) ^ имеетАртефакт(?p, ?артефакт)) /* Если артефакт требуется, проверяем его наличие у персонажа */
) ^

/* Проверка требований локации: транспорт и навыки */
(
  not(транспортТребуется(?l, ?транспорт)) /* Если транспорт не требуется, пропускаем */
  or
  (транспортТребуется(?l, ?транспорт) ^ имеетТранспорт(?p, ?транспорт)) /* Проверяем, есть ли транспорт у персонажа */
) ^
(
  not(навыкТребуется(?l, ?навык)) /* Если навык не требуется, пропускаем */
  or
  (навыкТребуется(?l, ?навык) ^ владеетНавыком(?p, ?навык)) /* Проверяем наличие навыка у персонажа */
) ^

/* Если все условия выполнены, задание становится доступным для персонажа */
-> доступноДля(?z, ?p)
```

Рис. 5 – Правило определения доступности задания для персонажа

Заданные правила обеспечивают выполнение классификации элементов, проверку условий и ограничений, анализ связей между персонажами, их характеристиками и возможностями, а также формирование зависимостей, необходимых для соблюдения логики последовательности сюжетных блоков.

Онтология способна не только классифицировать игровые элементы, но и проверять соблюдение сюжетной логики в условиях высокой сложности и многообразия возможных развилок. Это достигается за счет связи игровых элементов, таких как персонажи, задания и локации, с их функциональными ограничениями и зависимостями. Аналогично для сюжетных веток проверяется взаимосвязанность блоков, чтобы исключить возможность логических несостыковок и нарушения последовательности.

Разработанная онтология представляет собой гибкую и модульную систему, которая может быть расширена или адаптирована под любые запросы. Существующая структура служит примером, демонстрирующим подход к организации игрового мира, однако она легко трансформируется под специфические требования, такие как добавление новых классов, новых связей или более сложных сюжетных веток. Этот подход делает онтологическую модель универсальным инструментом для создания и анализа игровой архитектуры в самых различных жанрах и масштабах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классы персонажей в РПГ – Plarium – [Электронный ресурс]. – URL: https://plarium.com/ru/game/raid–shadow–legends/ (дата обращения: 09.04.2025).
2. SPARQL — язык запросов к RDF документам – [Электронный ресурс]. – URL: https://semanticweb.narod.ru/3.html (дата обращения: 09.04.2025).
3. SWRLAPISWRLSyntax protegeproject/swrlapi Wiki GitHub – [Электронный ресурс]. – URL: https://github.com/protegeproject/swrlapi/wiki/SWRLAPISWRLSyntax (дата обращения: 09.04.2025).
4. protégé [Электронный ресурс]. – URL: https://protege.stanford.edu/ (дата обращения 09.04.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С МНОГОУРОВНЕВЫМ ИНВЕРТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ ИМ. ГУБКИНА АО «КОМБИНАТ КМАРУДА»

Овчаров К.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Молодых А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В промышленности существенную часть составляют высоковольтные электроприводы, одним из примеров которых является вентиляторная установка ВЦД47–У главного проветривания шахты им. Губкина АО «Комбинат КМАуда». Установка приводится в работу двумя двигателями АКН2–18У3 мощностью 1600 кВт, питающимися от сети 6 кВ [1]. Производительность данного вентилятора зависит от множества факторов, таких как объем производимых взрывных работ, количество людей, работающих в шахте, интенсивность газовыделения и многого другого. Один из факторов, влияющих на производительность, а именно значение естественной тяги, может меняться в зависимости от температуры воздуха на поверхности в течение дней, месяцев, определенного времени года. Ввиду непостоянства перечисленных показателей возникает потребность в регулировании производительности вентилятора.

При выборе способа регулирования необходимо учитывать следующие особенности:

– высокое номинальное напряжение двигателя;

– длительное время работы вентилятора;

– тяжелый и продолжительный режим пуска, время которого может достигать нескольких минут.

Эти специфические требования делают использование традиционных методов управления, таких как частотные преобразователи с уровнями напряжения до 1000 В, неэффективным при долгосрочной эксплуатации оборудования. Именно здесь раскрывается потенциал инверторной техники, основанной на принципах многоуровневого преобразования, которая способна обеспечить плавное и точное регулирование скорости вращения двигателя, минимизацию пусковых токов и защиту от перегрузок.

Применение многоуровневых преобразователей частоты позволяет формировать многоступенчатый выходной сигнал, который с увеличением числа уровней приближается к синусоидальному. Благодаря этому меньше искажается форма генерируемых преобразователем напряжения и тока, что, в свою очередь, позволяет обеспечить наилучшие энергетические показатели как на стороне нагрузки, так и на стороне сети.

Существует несколько топологий многоуровневых инверторов, но в данном случае будут рассматриваться каскадные, основанные на Н–мостовых ячейках. Данный тип инверторов состоит из определенного числа модулей, каждый из которых представляет собой отдельный источник постоянного напряжения, подключённый через Н–мост. Выходные сигналы этих модулей суммируются, формируя ступенчатое напряжение на общей нагрузке. Чем больше модулей используется, тем больше уровней напряжения можно получить и тем ближе выходной сигнал будет к идеальной синусоиде.

Рассмотрим один из примеров трехфазного семиуровневого каскадного инвертора, схема которого представлена на рисунке 1. Схема состоит из входного трансформатора, многоуровневого инвертора и системы управления. Каждая выходная обмотка трансформатора нагружена на выпрямитель своей ячейки инвертирования [2].

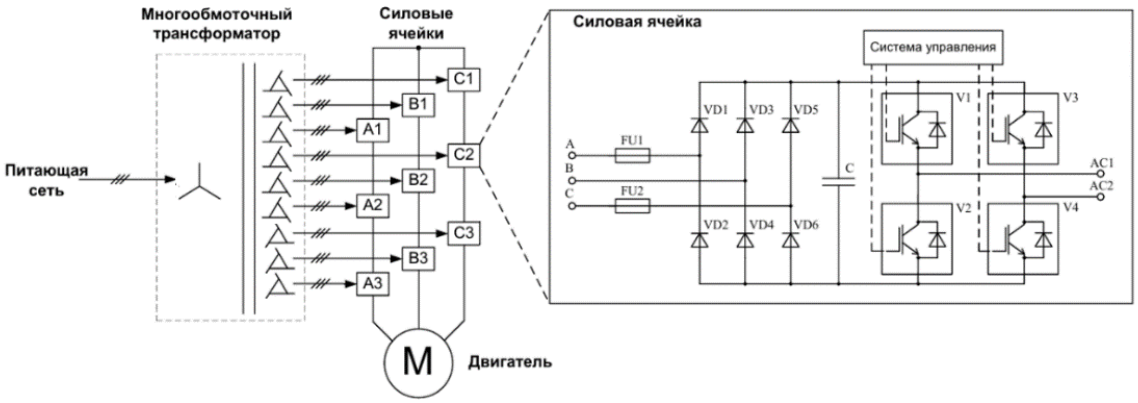


Рис. 1 – Функциональная схема преобразователя с многоуровневым инвертором

В каждой фазе находится по 3 ячейки, каждая из которой представляет собой однофазный автономный инвертор напряжения (Н–мост). Ячейка получает питание от независимого источника постоянного напряжения. Необходимое значение напряжения питания ячейки U_n рассчитывается по формуле

$$U_n = \frac{U_m}{n\sqrt{2}}, \tag{1}$$

где U_m – необходимое напряжение на двигателе, В;

n – количество ячеек в фазе.

Выходное напряжение ячейки принимает такие же значения, как и в двухуровневом инверторе и зависит от состояния ключей в определенный момент времени, определяемого с помощью широтно–импульсной модуляции (ШИМ). Одним из широко известных методов формирования ШИМ для многоуровневых преобразователей является синусоидальная. Модель ячейки с реализацией логики управления ключами для трехуровневого инвертора на основании модуляции данного типа приведена на рисунке 2.

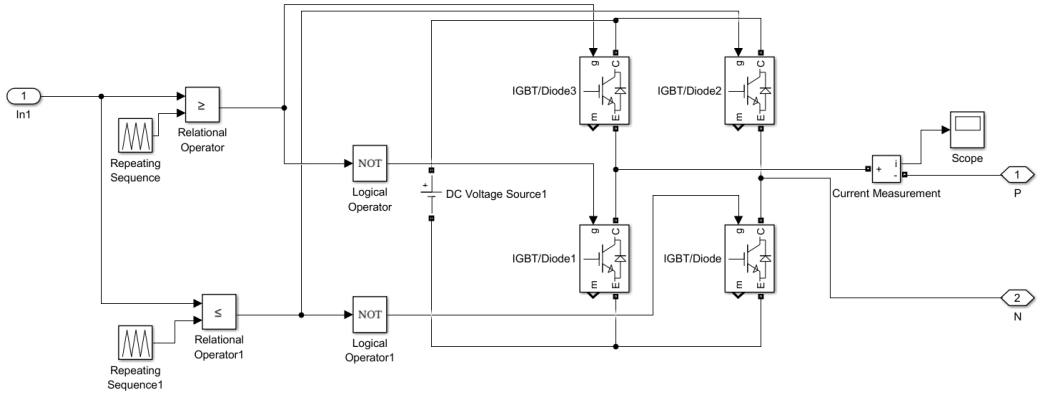


Рис. 2 – Модель однофазного трехуровневого инвертора напряжения

Одним из вариантов управления рассматриваемой системой электропривода является применение нечеткой логики. Анализ возможности подобного подхода можно произвести посредством моделирования работы одного из двигателей вентиляторной установки при выходе на заданную скорость вращения и набросе нагрузки. Для управления электродвигателем при помощи инверторных ячеек в качестве регулятора используется блок нечеткой логики, на вход которого поступают ошибка по скорости привода и ее изменение, а на выходе формируется управляющее воздействие. Модель, построенная в пакете MATLAB / Simulink для оценки качества предлагаемой приводной системы, изображена на рисунке 3.

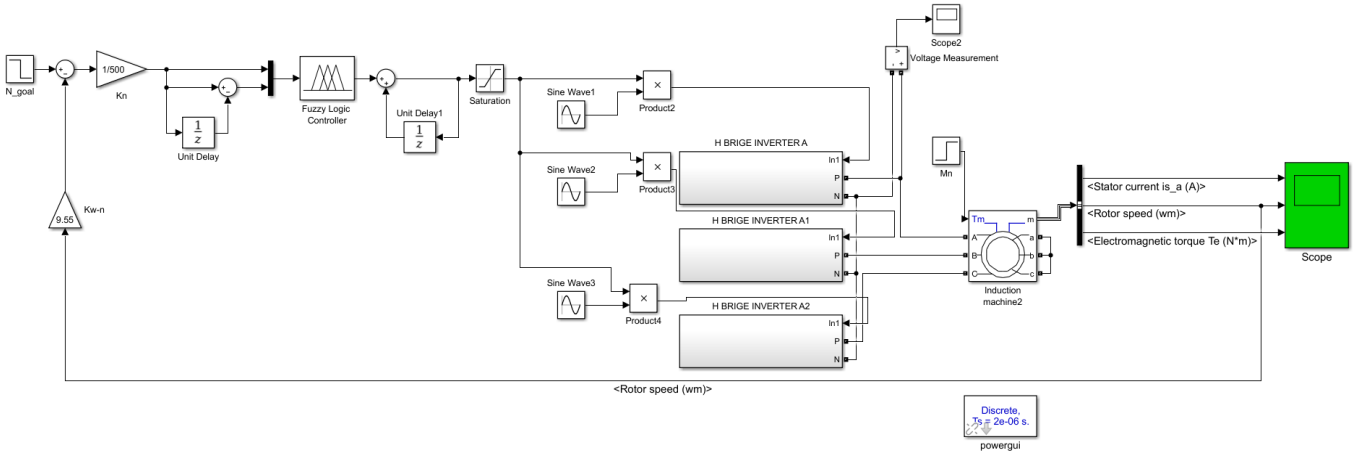


Рис. 3 – Модель системы асинхронного электропривода с применением нечеткой логики

Для эффективной работы данной системы используется блок нечеткой логики, обладающий функциями принадлежности входных и выходных переменных, изображенными на рисунках 4 и 5, а также правилами, приведенными в таблице 1 [3].

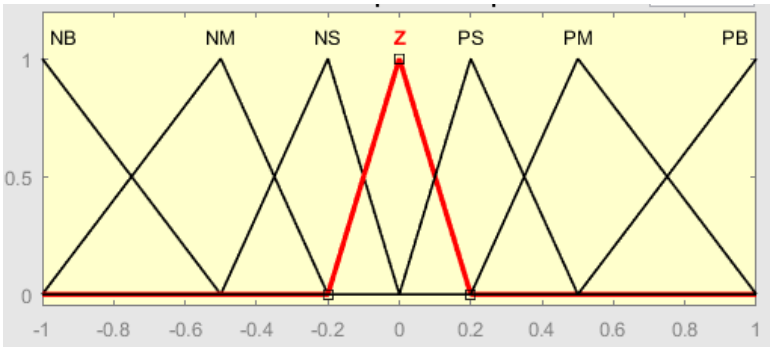


Рис. 4 – Функции принадлежности входных переменных

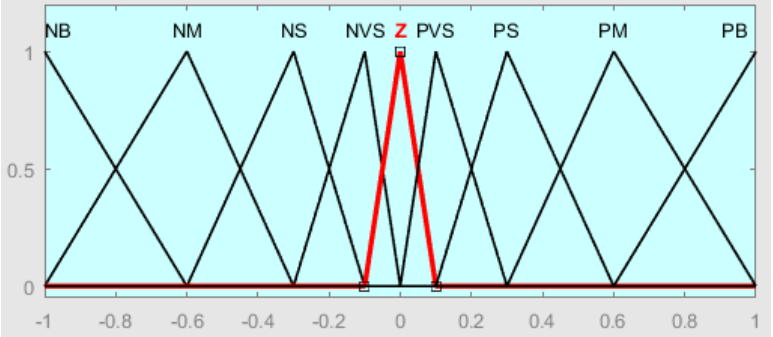


Рис. 5 – Функции принадлежности выходных переменных

Таблица 1 – Матрица правил для нечеткого регулятора скорости

	E(pu)	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
CE(pu)								
NB		NB	NB	NB	NM	NS	NVS	Z
NM		NB	NB	NM	NS	NVS	Z	PVS
NS		NB	NM	NS	NVS	Z	PVS	PS
Z		NM	NS	NVS	Z	PVS	PS	PM
PS		NS	NVS	Z	PVS	PS	PM	PB
PM		NVS	Z	PVS	PS	PM	PB	PB
PB		Z	PVS	PS	PM	PB	PB	PB

Для реализации наиболее качественного управления системой электропривода с многоуровневым инвертором предлагается рассмотреть несколько методов синусоидальной

модуляции. В методе модуляции Phase Disposition (PD) все несущие сигналы находятся в одной фазе. В методе Phase Opposition Disposition (POD) несущие сигналы выше нулевой отметки подаются в одной фазе, а сигналы, находящиеся ниже нулевой отметки, являются сдвинутыми относительно них на 180°. В методе Alternate Phase Opposition Disposition (APOD) каждый несущий сигнал сдвинут на 180° относительно соседних [4]. Пример формирования выходного напряжения при методе синусоидальной модуляции Phase Disposition изображен на рисунках 6, 7.

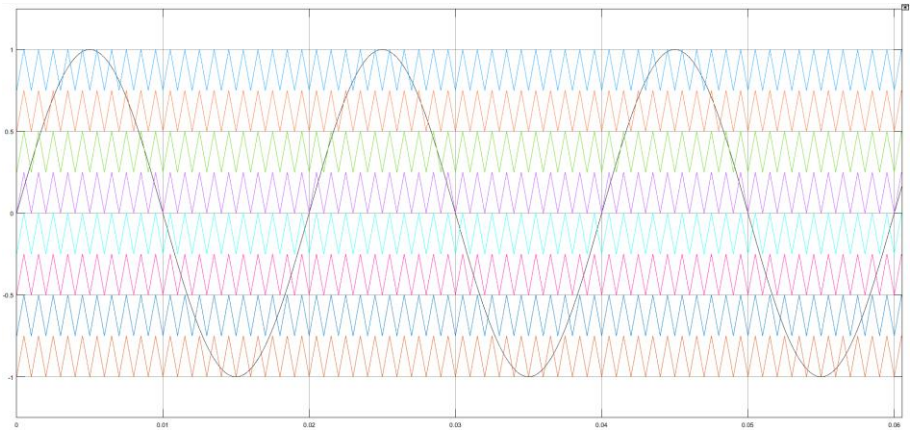


Рис. 6 – Опорный и несущие сигналы при методе синусоидальной модуляцией Phase Disposition и 9 уровнях в инверторе

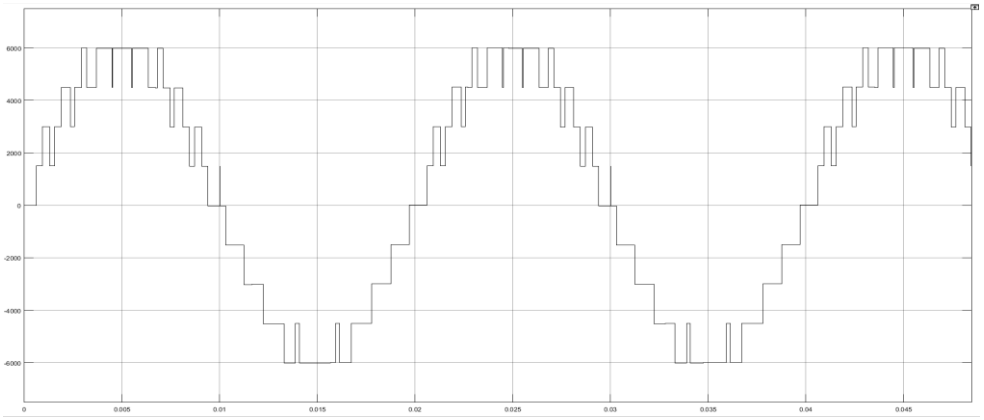


Рис. 7 – Выходное напряжение при методе синусоидальной модуляции Phase Disposition и 9 уровнях в инверторе

При проведении серии экспериментов с рассматриваемыми методами синусоидальной модуляции, где изменялось количество уровней в инверторе, были рассчитаны суммарные коэффициенты гармоник (THD), показывающие, насколько сильно искажается выходное напряжение многоуровневого инвертора (таблица 2, рисунок 8).

Таблица 2 – Результаты частотного анализа выходного напряжения инвертора

Вид синусоидальной модуляции	PD	POD	APOD	PD	POD	APOD	PD	POD	APOD	PD	POD	APOD
Количество уровней в инверторе	3	3	3	5	5	5	7	7	7	9	9	9
THD, %	52,75	51,76	51,76	26,2	26,29	27,89	17,8	17,8	18,12	14,04	16,24	14,36

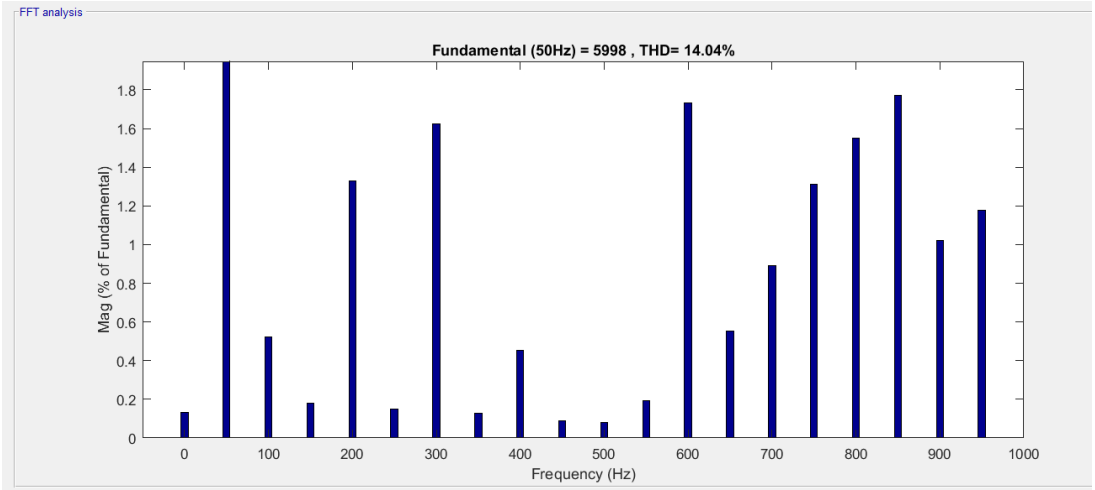


Рис. 8 – Результаты частотного анализа выходного напряжения с наименьшими искажениями

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что выходное напряжение при применении обычного трехуровневого инвертора является наиболее искаженным, а наименее – при применении модуляции Phase Disposition и 9 уровнях в инверторе. На рисунке 9 приведены результаты моделирования работы электропривода с девятиуровневым инвертором и PD модуляцией при выходе на заданную скорость на холостом ходу и последующем набросе нагрузки.

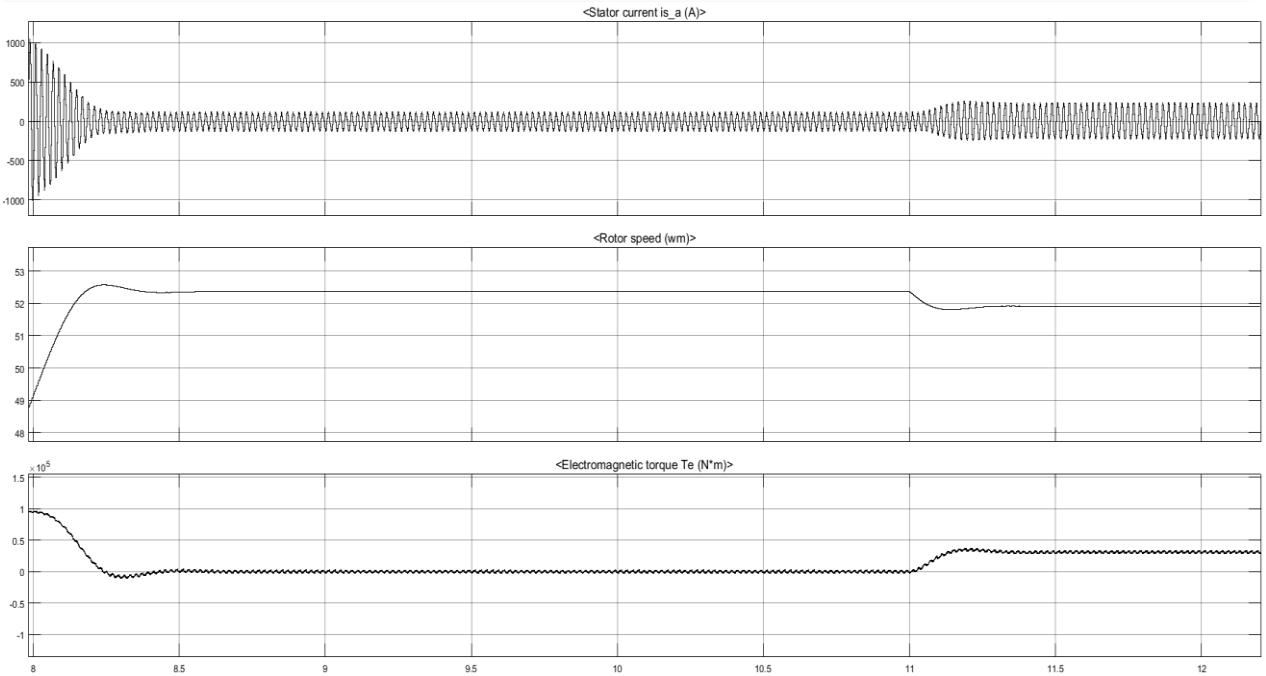


Рис. 9 – Графики тока статора, скорости ротора и момента двигателя

При выходе на задание по скорости перерегулирование составляет менее 5 %, а статическая ошибка при выходе на задание без нагрузки и ее набросе составляет около 1 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что при увеличении числа уровней уменьшается несинусоидальность выходного напряжения инвертора, особенно это выражено при применении метода модуляции Phase Desposition и девятиуровневого инвертора. Результаты исследования показали достаточно хорошее качество переходных процессов в системе электропривода с применением нечетких алгоритмов управления и многоуровневым инвертором напряжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентиляторы ВЦД–47У. [Электронный ресурс] – URL: https://ksis24.ru/equipment/ventilyatory–tsentrobezhnye–shakhtnye–glavnogo–provetrivaniya–vts–i–vtsd/ventilyator–vtsd–47u/ (Дата обращения: 12.03.2025)

2. Бурдасов Б.К., Нестеров С.А., Федотов Ю.Б. Преобразователи частоты для высоковольтных электроприводов переменного тока // APRIORI. 2015. № 4 [Электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/preobrazovateli–chastoty–dlya–vysokovoltnyh–elektroprivodov–peremennogo–toka (Дата обращения: 26.03.2025)

3. Bimal K. Bose Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall PTR, 2002. – 711 p.

4. W. Subsinga "A comparative study of sinusoidal PWM and third harmonic injected PWM reference signal on five level diode clamp inverter.", Energy Procedia, vol. 89, pp. 137–148 [Электронный ресурс] – URL: https://www.researchgate.net/publication/304106034_A_Comparative_Study_of_Sinusoidal_PWM_and_Third_Harmonic_Injected_PWM_Reference_Signal_on_Five_Level_Diode_Clamp_Inverter (Дата обращения: 02.04.2025)

РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА VIESSMANN VITOPLEX 100

Панкратов И.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Действующий уровень автоматизации парового котла включает в себя системы, которые обеспечивают эффективное управление, мониторинг и контроль за процессами, связанными с его эксплуатацией.

Основными составляющими элементами системы автоматизации котла являются: панель управления, шкаф автоматики, где реализованы алгоритмы автоматизации процессов управления котлом – включая запуск, остановку и регулировку работы.

Также система управления котлом имеет набор датчиков и исполнительных механизмов; датчик расхода газа; датчик расхода воздуха; горелка (газовая); контроль уровня воды; фильтр.

В настоящий момент система управления установкой центрального отопления строится на базе двух контроллеров VITOTRONIC 100, двух контроллеров VITOTRONIC 050 и контроллер VITOTRONIC 030–K той же фирмы которые морально устарели и не могут гарантировать приемлемого качества управления с использованием нового оборудования, а также не могут обеспечить платформу для дальнейшей модернизации.

Контроллеры котлов VITOTRONIC 100 устанавливается непосредственно на котлах и обеспечивают автоматический розжиге горелок и контроль температуры котловой воды.

Контроллеры VITOTRONIC 050 HKT служат для автоматизации работы системы ГВС. Погодозависимый контроллер VTOTRONIC 300– K соединен через телекоммуникационную шину LON с контроллерами VITOTRONIC 100 u VITOTRONIC 050 HK1, и

Выполняет следующие функции:

– управляет контроллерами водогрейных котлов и контурами ГВС

– ограничивает максимальную и минимальную температуру воды

– отключает циркуляционные насосы отопительных контуров в зависимости от теплопотребления;

– выполняет настройку переменного предела отопления;

– выполняет диагностику системы;

– выдает общий сигнал неисправности;

– имеет возможность адаптивного автоматического режима приготовления горячей воды с приоритетным переключением (Выключение насосов отопительного контура, запирание смесителя);

– имеет дополнительную функцию приготовления горячей Воды (кратковременный подогрев до более высокой температуры).

Поддержание заданного давления воды в отопительных контурах осуществляется за счет применения насосов с регулируемой скоростью.

Кроме очевидного, поддержание в рабочем состоянии устаревших контроллеров становится весьма затратным ввиду того, что данный модельный ряд уже снят с производства и его комплектующие найти на рынке очень сложно.

Для управления электроприводами вентиляторов предполагается использовать частотные преобразователи, установленные на местах, на нижнем уровне автоматизации.

В разрабатываемой системе управления котлом Выбор оборудования для комплекса технических средств обоснованно начинать именно с выбора центрального элемента – программируемый логический контроллер. Контроллер является одной из основных составляющих, к специфике выбора данного устройства обычно относят:

1. Учет специфики эксплуатации;

2. Учет необходимого числа портов ввода / вывода;
3. Быстродействие центрального процессорного устройства;
4. Возможность самостоятельной внутренней диагностики;
5. Поддерживаемые языки программирования;
6. Способ хранения данных и его надежность;
7. Легкость и адаптивность будущей модернизации;

При выборе контроллера также важно учитывать уже имеющееся оборудования, чтобы иметь возможность обеспечить прямую и обратную совместимость с уже установленными техническими средствами и предусмотреть установку будущих.

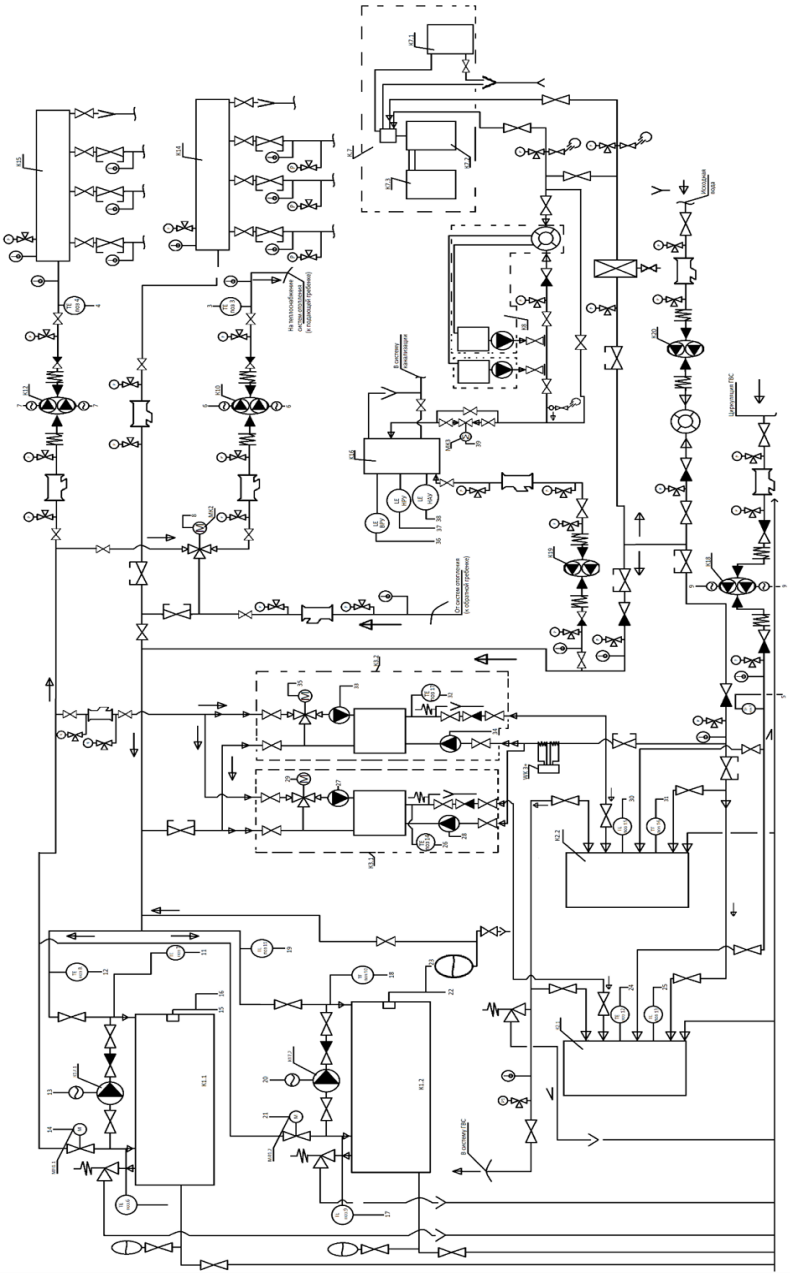


Рис. 1 – Функциональная схема

Проведя анализ действующей системы, были сделаны следующие выводы о необходимости автоматизации тезисно:

1. Замена контроллеров (для управления и противоаварийной защиты) на более современные, включая модули ввода–вывода, коммуникационные процессоры и другие вспомогательные модули;

2. Установка частотных преобразователей на электродвигатель вентилятора, чтобы обеспечить более динамический режим работы последнего;

3. Установка на выходе из центральной системы отопления датчиков температуры воздуха, для создания управления по обратной связи, на основании желаемой температуры помещения;

4. Снабжение задвижки теплоносителя, для регулирования его количества в системе подготовки воздуха;

Предполагается, что данные изменения позволят повысить качество отопления помещения и снизят нерациональный расход ресурсов на рекуперацию теплоносителя в системе.

Наличие адаптивного управления, позволит сформировать режимы работы системы в холодные периоды времени, с пониженной температурой наружного воздуха, а также в общем повысит качество организации труда, за счёт повышения количества тепла в рабочих зонах помещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов В.Н., Кривоносов В.А., Есилевский В.С. Средства автоматизации и управления: учебник /В.Н. Кузнецов, В.А. Кривоносов, В.С. Есилевский – Старый Оскол: ТНТ, 2017 – 365 с.

2. Клюев А. С. Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов / А. С. Клюев, А. Г. Лебедев, С. И. Новиков. Москва : Энергоатомиздат, 1985. 280 с..

3. Плетнев Г. П. Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок электрических станций / Г. П. Плетнев. Москва Энергоиздат, 1981.368 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРВОГО ПОДЪЕМА СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЁЛКА НЕЙВО–ШАЙТИНСКИЙ

Панов В.В. студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Строительство объекта осуществляется в один этап и включает в себя: 1) установку на территории водопроводных сооружений комплексной автоматической станции водоподготовки; 2) строительство на территории водопроводных сооружений внутриплощадочных сетей электроснабжения, водоснабжения, сетей хозяйственно–бытовой канализации, сетей ливневой канализации, сетей связи; 3) благоустройство территории водопроводных сооружений с устройством проездов к существующим и проектируемым сооружениям и организацией систем наружного видеонаблюдения и электроосвещения; 4) строительство магистрального водопровода от участка размещения водопроводных сооружений до точки подключения в пос. Нейво–Шайтанский.

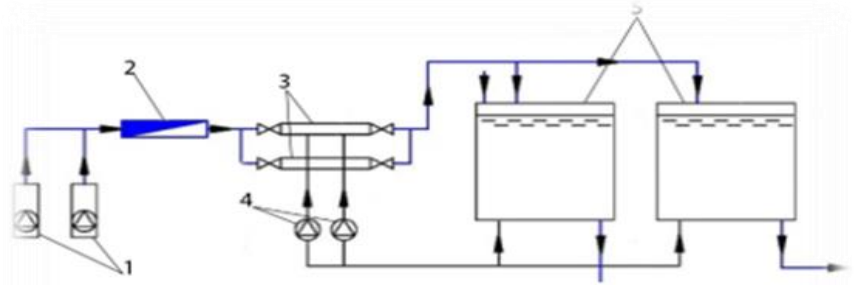


Рис. 1 – Схема трубопровода первого подъема

Основная деятельность в проекте осуществляется по пункту №1, в которой подбиралось техническое оборудование по подаче изначальной воды первого подъёма скважными насосами.

На рисунке 1 изображена подробная карта трубопровода со всеми сопутствующими технологическими процессами. Погружными насосами (1) осуществляется водозабор первого подъёма исходной воды. Вода, попав в трубопровод, проходит через сетчатый фильтр (2) механической очистки, который предназначается для очистки от крупного мусора.

На этапе проектирования была установлена задача по подбору оборудования из доступного рынка для российских пользователей. Выбор насосного агрегата основывался на значениях производительности и напора, с учётом коэффициента запаса с целью избежать работы насосных установок на предельных значениях.

Исходя из показателей скважинных насосов был выбран более доступный насос фирмы CNP SJ12–7SWSF4Y. Характеристики насосных установок рассматриваются в двух вариациях гидравлические характеристики насосной части и электротехнические электропривода насоса. Гидравлические характеристики насосного агрегата указаны в таблице 1. Технические характеристики электродвигателя CNP SJ12–7SWSF4Y представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Гидравлические характеристики CNP SJ12–7SWSF4Y

Подача, $м^3/ч$	Напор, м	КПД $_{гидравлический}$, %
12	35	60

Таблица 2 – Технические характеристики CNP SJ12–7SWSF4Y

P, кВт	ω, об/мин	M, Н·м	КПД, %	cos φ	$I_{ном}$, А	$M_п/M_{ном}$	$I_п/I_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$	J, кг·м^2
2,2	2850	7,4	82	0,83	4,66	2,3	4	2,5	0,0018

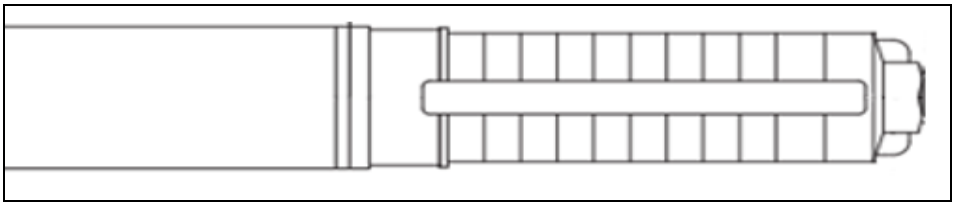


Рис. 2 – Насос CNP SJ12–7SWSF4Y

В ходе проверки подбора насосного агрегата были проведены расчеты внутренних параметров электродвигателя и были построены модели прямого пуска в пакете Matlab, результатом данного моделирования стал вывод, что двигатель подобран корректно, параметры рассчитаны верно, с чем можно и продолжать дальнейшее проектирование с системой управления.

В проекте для должного качества итогового продукта, принято решение об использовании скалярной системы управления электродвигателем, для достижения наибольшей производительности при оптимальной растрате электроэнергии. Для реализации такой системы управления требуется дополнительное оборудование, в качестве которого были выбраны:

- Преобразователь частоты – INSTART LCI–G5.5–3;
- Моторный дроссель – INSTART IMF–2.2/5.1–4;
- Тепловое реле – РТЭ–1310 4–6 А;
- Электромагнитный контактор – КМЭп 9А 220В АС 1NO PROxima.

По готовности подобранного оборудования была построена итоговая модель погружных насосов со скалярной системой управления, в результате моделирования которой были полученные следующие графики (рисунок 3).

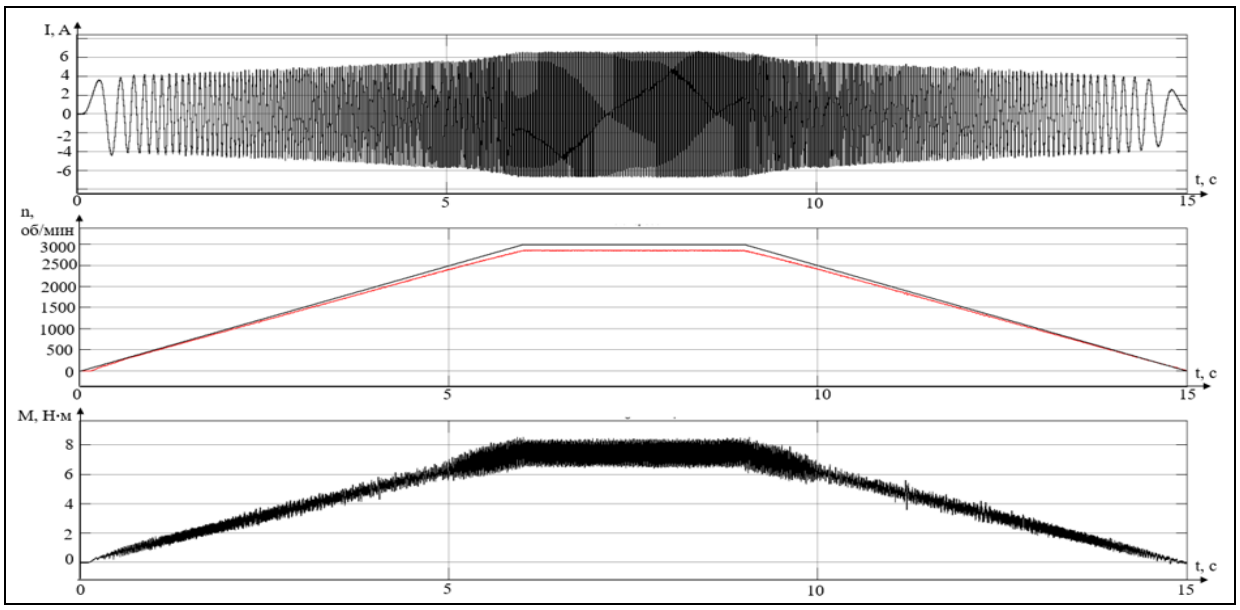


Рис. 3 – Графики двигателя характеризующие следующие параметры при работе: ток статора; скорость ротора; электромагниный момент

По графику току было определено, что в момент пуска электродвигателя значение тока не превышает перегрузочную способность ПЧ, а номинальное значение тока соответствует паспортным данным электродвигателя.

На графике скорости видно полное соответствие значений, рассчитанных и смоделированных скорости вала ротора двигателя.

По значениям электромагнитного момента видно, что электродвигатель не достигает значения своего критического момента и соответственно не происходит опрокидывания двигателя. В рабочей зоне при отсутствии динамической составляющей момента, значение момента соответствует значению, указанному в паспортных данных.

Исходя из данных можно сделать вывод, что моделирование разработанной системы работает исправно и исполняет все предписанные требования к стабильности и плавности.

СПИСОК ЛМТЕРАТУРЫ

1. Ключев, В. И., Теория электропривода: Учебник для вузов. / В.И. Ключев – [Электронный ресурс] – https://www.elec.ru/library/nauchnaya–i–tehnicheskaya–literatura/teoriya–elektroprivoda–klyuchev/ (дата обращения: 15.10.2024).

2. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. / Н. Н. Абрамов [Электронный ресурс] – https://djvu.online/file/3koJSDBmoqRv0 (дата обращения: 15.10.2024).

3. Официальный сайт компании System electric [Электронный ресурс]. – https://systeme–russia.ru/?yclid=1892312074824712191 (дата обращения: 17.09.2024).

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПЕРВИЧНОГО КЛЮЧА ДЛЯ СУБД ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ

Пигарин С.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., ассистент **Жуков П.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС

Введение

Первичный ключ является фундаментальным элементом любой системы управления базами данных (СУБД), так как он обеспечивает уникальную идентификацию записей, влияет на целостность данных, а также на производительность и масштабируемость системы. В условиях эволюции архитектур от монолитных приложений к распределённым системам (микросервисам) традиционные подходы к генерации первичных ключей сталкиваются с рядом ограничений. Данная статья посвящена сравнительному анализу различных методов выбора первичного ключа, таких как автоинкремент, UUID/ULID/GUID/NanoID, Snowflake, Sonyflake и KSUID, с учётом их размера, упорядоченности, уникальности и производительности [1][2][3][4][5].

В монолитных системах данные централизованы, и для генерации первичных ключей часто используется автоинкремент. Такой подход обладает следующими преимуществами:

- Простота реализации: не требуется синхронизация между несколькими генераторами.
- Высокая производительность: Минимальные накладные расходы при вставке записей.
- Ограничения: В условиях Master–Slave репликации возникают вопросы обеспечения уникальности при переключении ролей серверов, что требует дополнительных механизмов синхронизации [6].

При переходе к микросервисной архитектуре данные распределяются между различными узлами, что предъявляет повышенные требования к механизмам генерации идентификаторов:

- Глобальная уникальность: Каждый микросервис может генерировать идентификаторы независимо, что исключает коллизии.
- Масштабируемость: Возможность горизонтального масштабирования без единой точки генерации.
- Временная упорядоченность: при необходимости упорядочивания записей по времени требуется использование алгоритмов с встроенной временной меткой[7][8].

Ниже представлена таблица, суммирующая ключевые характеристики различных подходов:

Таблица 5 – ключевые характеристики первичных ключей

Идентификатор	Размер (байт)	Упорядоченность	Уникальность	Производительность
Serial Key	4–8	Последовательная	Локальная (в рамках одного узла)	Очень высокая
UUID v4	16	Нет	Глобальная (случайная)	Средняя
UUID v7	16	Время	Глобальная	Средняя
ULID	16/26	Время	Глобальная (с энтропией)	Высокая
GUID	16	Нет	Глобальная	Средняя
NanoID	16	Нет	Глобальная (настраиваемая)	Очень высокая

Идентификатор	Размер (байт)	Упорядоченность	Уникальность	Производительность
Snowflake	8/16	Время	Глобальная (с ID узла и счетчиком)	Очень высокая
Sonyflake	8/16	Время	Глобальная (с ID машины)	Очень высокая
KSUD	20	Время	Глобальная (с 128 битной энтропией)	Высокая

Обзор ключевых подходов

1. Автоинкремент (Serial/Identity): использование автоинкрементных идентификаторов обеспечивает последовательное увеличение значений, что упрощает упорядоченность и индексацию в монолитных системах. Однако в распределённых системах требуется централизованный генератор или сложные механизмы синхронизации [6].
2. UUID / GUID:
   a. Данный метод гарантирует глобальную уникальность за счёт комбинации времени, MAC–адреса и случайных данных. Стандартный UUID версии 4 не обеспечивает временной упорядоченности, а версия 1 — лишь частично. Кроме того, случайное распределение значений может приводить к фрагментации индексов [2][5].
3. ULID:
   a. ULID сочетает в себе временную метку и энтропийную часть, обеспечивая как уникальность, так и лексикографическую сортировку. Это делает его особенно полезным для распределённых систем, где требуется упорядоченность по времени [3].
4. NanoID:
   a. NanoID отличается гибкостью: его длину можно настраивать в зависимости от требуемой энтропии. Однако отсутствие встроенной временной метки делает его менее пригодным для сценариев, где критична сортировка по времени [4].
5. Snowflake:
   a. Алгоритм Snowflake включает в себя временную метку, идентификатор узла и счётчик, что позволяет создавать упорядоченные по времени идентификаторы в распределённых системах. Он хорошо масштабируется и обеспечивает высокую производительность [5].
6. Sonyflake:
   a. Подобно Snowflake, Sonyflake использует временную метку и идентификатор машины для генерации 64–битных идентификаторов. Он оптимизирован для систем с высоким уровнем нагрузки, где критичны быстродействие и низкая задержка [6].
7. KSUID:
   a. KSUID (K–Sortable Unique Identifier) включает 32–битную временную метку и 128–битную энтропию, что позволяет упорядочивать идентификаторы по времени. Несмотря на несколько больший размер по сравнению с автоинкрементом, KSUID эффективен для распределённых систем с аналитическими нагрузками [7].

Ниже представлена блок–схема, демонстрирующая эволюцию архитектурного подхода к генерации первичных ключей. В данной диаграмме видно, что монолитная система изначально использует автоинкремент для генерации идентификаторов. При переходе к реплицированным архитектурам возникает необходимость в более надёжных решениях (UUID, ULID). С дальнейшим развитием в сторону микросервисов и распределённых систем выбор переходит к алгоритмам, способным обеспечить высокую производительность, глобальную уникальность и временную упорядоченность [8].

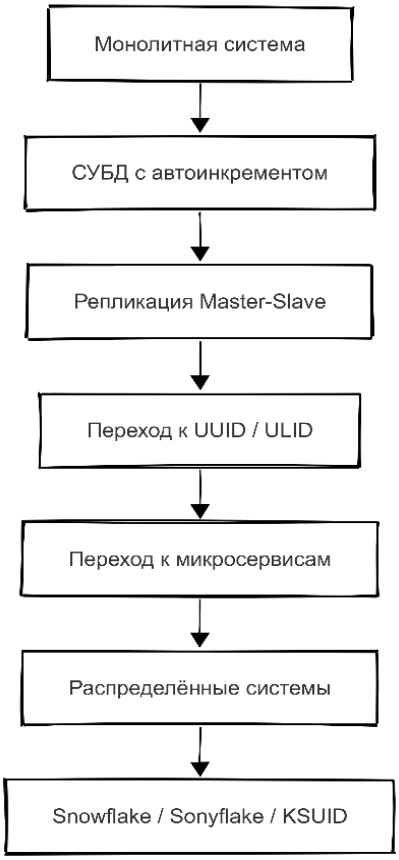


Рис. 45 – Миграция монолита в микросервисы

Рекомендации по выбору

При выборе первичного ключа следует учитывать следующие аспекты:

- Размер:
  - Более компактные идентификаторы (например, автоинкремент или Snowflake) способствуют эффективному использованию памяти и быстрому обходу индексов.
- Упорядоченность во времени:
  - В системах, где критична временная сортировка (например, для анализа логов или временных рядов), предпочтительны ULID, Snowflake, Sonyflake и KSUID.
- Уникальность:
  - В распределённых системах необходимы алгоритмы, обеспечивающие уникальность без центрального генератора. UUID, ULID, Snowflake, Sonyflake и KSUID удовлетворяют этому требованию.
- Производительность:
  - Автоинкрементные значения обеспечивают высокую скорость при вставке, однако распределённые алгоритмы (Snowflake, Sonyflake) лучше масштабируются в условиях высокой нагрузки [9].

Как отмечает Мартин Клеппманн в книге Designing Data–Intensive Applications [1], выбор метода генерации идентификаторов в распределённых системах должен учитывать компромисс между удобством индексации, эффективностью хранения и скоростью генерации. Например, автоинкрементные ключи удобны для индексации, но создают узкое место в распределённой архитектуре, тогда как UUID или Snowflake позволяют избежать конфликтов при генерации идентификаторов на разных узлах.

Заключение

При выборе первичного ключа важно учитывать архитектуру системы. Автоинкрементные ключи остаются лучшим решением для небольших монолитных систем, тогда как распределённые архитектуры требуют глобально уникальных идентификаторов, таких как UUID, ULID, Snowflake или Sonyflake. Важно также учитывать влияние выбора

ключа на индексацию и производительность базы данных, особенно в условиях горизонтального масштабирования [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Martin Kleppmann, Designing Data–Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems: [16+] / Мартин Клеппманн; O'Reilly Media. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017. – 480с.: ил., табл. – Режим доступа: [URL: https://www.oreilly.com/library/view/designing–data–intensive–applications/9781449373320/ (дата обращения: 28.03.2025)]. – ISBN 978–1449373320
2. Habr. Как генерируются UUID – [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/companies/vk/articles/522094, свободный
3. Danyloff Tech. ULID тот самый формат идентификатора – [Электронный ресурс]. URL: https://danyloff.tech/2023/10/01/ulid, свободный
4. Habr. NanoID и его особенности – [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/articles/418921/, свободный
5. Twitter Engineering Blog. Announcing Snowflake – [Электронный ресурс]. URL: https://blog.twitter.com/engineering/en_us/a/2010/announcing–snowflake, свободный
6. Habr. Сравнение автоинкремента с UUID – [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/articles/760272/, свободный
7. Habr. Системный дизайн YouTube и Snowflake – [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/articles/334994/, свободный
8. Anil Kumar Valluru. Choosing the Right ID Strategy: Auto–Increment, UUID, ULID or Snowflake ID – [Электронный ресурс]. URL: https://anilkumarvalluru.medium.com/choosing–the–right–id–strategy–auto–increment–uuid–ulid–or–snowflake–id–e21fe24af55f, свободный
9. NPM Trends. Популярность идентификаторов – [Электронный ресурс]. URL: https://npmtrends.com/nanoid–vs–snowflake–id–vs–uniqid–vs–uuid, свободный
10. Mermaid диаграммы: [Электронный ресурс]. URL: https://www.mermaidchart.com/, свободный;

РАЗРАБОТКА ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТРИНИТИ МОТОРС»

Покотилов В.И., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Основина О.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Введение

Цифровизация бизнес–процессов, включая взаимодействие с клиентами, остается в настоящее время актуальной задачей, несмотря на развитие технологий. В данной работе рассматриваются ключевые проблемы, следствием которых является отсутствие оперативности, единого информационного поля, качественной аналитики, а также использование разнородного ПО и высокие лицензионные затраты.

Анализ рынка показывает, что чаты в мессенджерах и соцсетях становятся основным каналом коммуникации благодаря удобству, сохранности данных и эффективности. В рамках работы предлагается автоматизация клиентского взаимодействия через чат–бот для группы компаний «Тринити Моторс» [1].

Постановка целей и задач

Цель работы – разработка прототипа информационной системы с централизованной базой данных для фронт–офисов ГК «Тринити Моторс» и чат–ботом для обеспечения клиентского взаимодействия.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Выполнить информационное проектирование, разработать и реализовать структуру централизованной базы данных (БД).
2. Выполнить алгоритмическое проектирование, разработать основные алгоритмы для взаимодействия с централизованной базой данных, алгоритмы синхронизации с существующими базами данных, а также алгоритмы для работы «чат–бота».
3. Разработать минимально рабочий прототип системы и продемонстрировать принцип работы её функциональных компонентов.
4. Спроектировать средства защиты ИС и информационную безопасность.
5. Оценить потенциальный экономический эффект от внедрения данной системы и проиллюстрировать окупаемость проекта [2].

Анализ существующих аналогов и обоснование выбора решения

В настоящее время ГК «Тринити Моторс» использует разрозненную систему управления данными, что обуславлавливает следующие факторы:

1. Каждый фронт–офис работает с отдельными базами данных.
2. Клиентская информация хранится локально в каждом подразделении ГК.
3. Данные об автомобилях не синхронизированы между отдельными филиалами.
4. Используются различные версии ПО 1С: Альфа–Авто.
5. Взаимодействие с клиентами осуществляется через множество не интегрированных каналов.

Вышеперечисленные особенности поддержки эксплуатации и сопровождения текущей системы обуславливает ряд проблем, наиболее значимыми из которых являются отсутствие единого информационного поля, разрозненность данных между фронт–офисами, неактуальная информация для клиентов и необоснованно высокие затраты на поддержку множества разнородных систем.

Данные проблемы приводят к повышенным временным затратам сотрудников, объективным трудностям в анализе эффективности существующих бизнес–процессов, что неизбежно отражается на ухудшение репутации ГК, потере клиентов и, как следствие, снижению эффективности и конкурентоспособности.

Для решения текущих проблем предлагается создание единой централизованной информационной системы с общей клиентской базой, синхронизированными данными об

обслуживаемых автомобилях, интеграцией всех каналов взаимодействия, чат–ботом для автоматизации коммуникации, единым интерфейсом для всех фронт–офисов ГК.

Данный комплекс решений позволит устранить текущие недостатки и оптимизировать ключевые бизнес–процессы компании.

Информационное обеспечение информационной системы

Централизованная БД создается для решения ключевых проблем компании, связанных с разрозненностью информации. Она станет единым источником достоверных данных для всех фронт–офисов и сервисных центров сети, обеспечив синхронизацию данных в реальном времени, устранение дублирования информации, повышение качества клиентского сервиса, оптимизацию бизнес–процессов и возможность комплексного анализа данных [3]. Разработанная модель интегрированной базы данных представлена на рисунке 1. Она содержит 10 таблиц 5 из которых являются справочными.

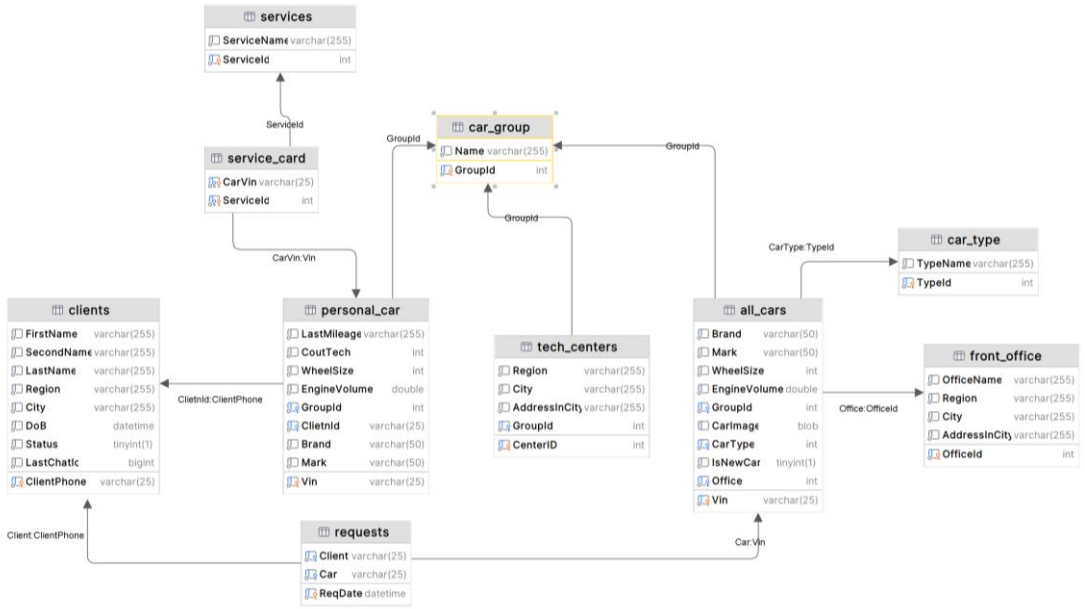


Рис. 1 – Даталогическая модель базы данных

Алгоритмическое обеспечение проектируемой ИС

В качестве основной нотации для описания алгоритмического обеспечения проектируемой ИС была применена нотация ДРАКОН–схем [4]. Рассмотрим основной алгоритм взаимодействия пользователя с информационной системой через диалоговый компонент вида «чат–бот» (Рис.2).

Взаимодействие с клиентом начинается с знакомства, для этого чат–бот проверяет, велся ли уже диалог с этим клиентом в данном чате. Если диалог велся, то клиент отмечается, как «знакомый» и процесс идентификации пропускается. В противном случае чат–бот попросит передать ему номер телефона для того, чтобы проверить есть ли данный клиент в базе данных организации. Если клиент находится в базе данных, то в оперативную память помещается информация по клиенту, после чего процесс идентификации завершается. Если клиента нет в базе данных, то управление переходит алгоритму регистрации пользователя.

После прохождения идентификации, пользователю открывается основной функционал чат–бота, который позволяет просмотреть собственные автомобильные средства, зарегистрированные в системе, ознакомиться с фондом А/С ГК ТМ или перейти в режим

поддержки, где тому предлагается ближайший СЦ, отдел продаж или обратная связь от менеджера.

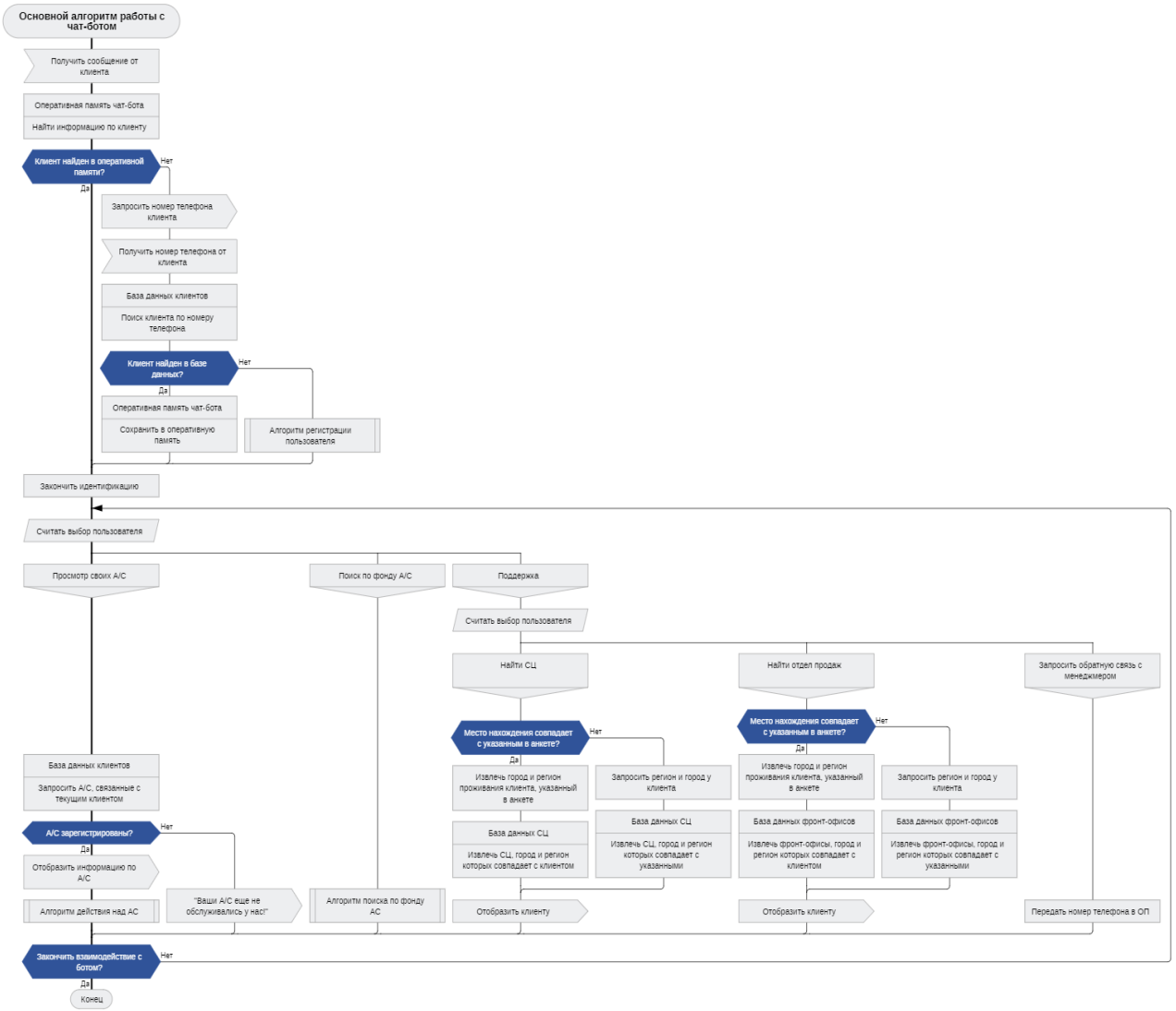


Рис. 2 – Основной алгоритм работы взаимодействия клиента с чат–ботом

Программное обеспечение информационной системы

В основе программной архитектуры лежит принцип REP (Reuse/Release Equivalence Principle) в соответствии с которым приложение разделяется на компоненты (согласно точно очерченным границам контекстов бизнес–логики), но определен как единая кодовая база.

Рассмотрим устройство проекта, отвечающего за реализацию чат–бота (Рис.3).

Здесь, в нижней части диаграммы располагаются модули с суффиксом “BotCommand”, которые отвечают за ту или иную команду, которую выполняет чат–бот. Эти компоненты взаимодействуют с центральным архитектурным элементом – “BotCore”, которая является точкой управления чат–ботом.

У спроектированного чат–бота имеется модуль, который отвечает за внутреннюю память и называется “BotMemory”. Все модули команд чат–бота находятся в единой иерархии, от интерфейса “IChatBotCommand”, управление командами происходит через модуль “CommandHandler”, который является частью иерархии объектов от интерфейса “ICommandHandler”, тем самым реализовывая паттерн «Наблюдатель».

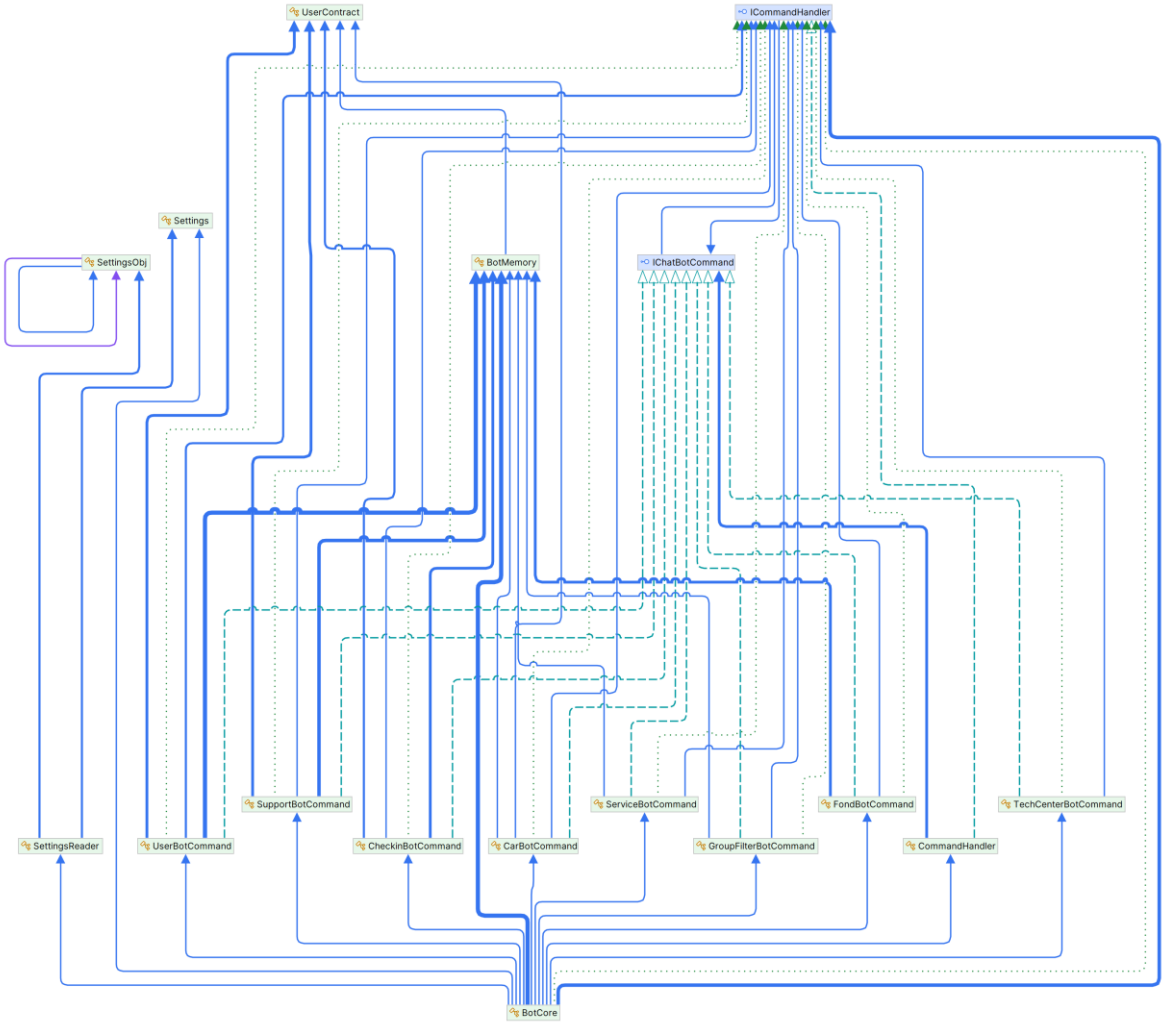


Рис. 3 – Архитектура проекта «Чат–бота»

Далее рассмотрим архитектуру проекта, отвечающего за связь с единой базой данных (Рис. 4).

В рамках данной архитектуры используются следующие анимичные модели данных:

“Service” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Услуги» из БД;

“Request” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Запросы» из БД;

“Client” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Клиенты» из БД;

“ServiceCard” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Сервисная карта» из БД;

“PersonalCar” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Персональные А/С» из БД;

“TechCenters” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Сервисные центры» из БД;

“CarGroup” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Группы А/С» из БД;

“CarType” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Типы А/С» из БД;

“AllCars” – анимичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Фонд А/С» из БД;

“FrontOffice” – анемичная модель, представляющая собой объектную реализацию отношения «Фронт–офисы» из БД.

Все описанные выше анемичные объектные модели используются в едином контексте “MyDbContext”. Для связи с базой данных использовалась технология объектно–сущностная модель Entity Framework Core.

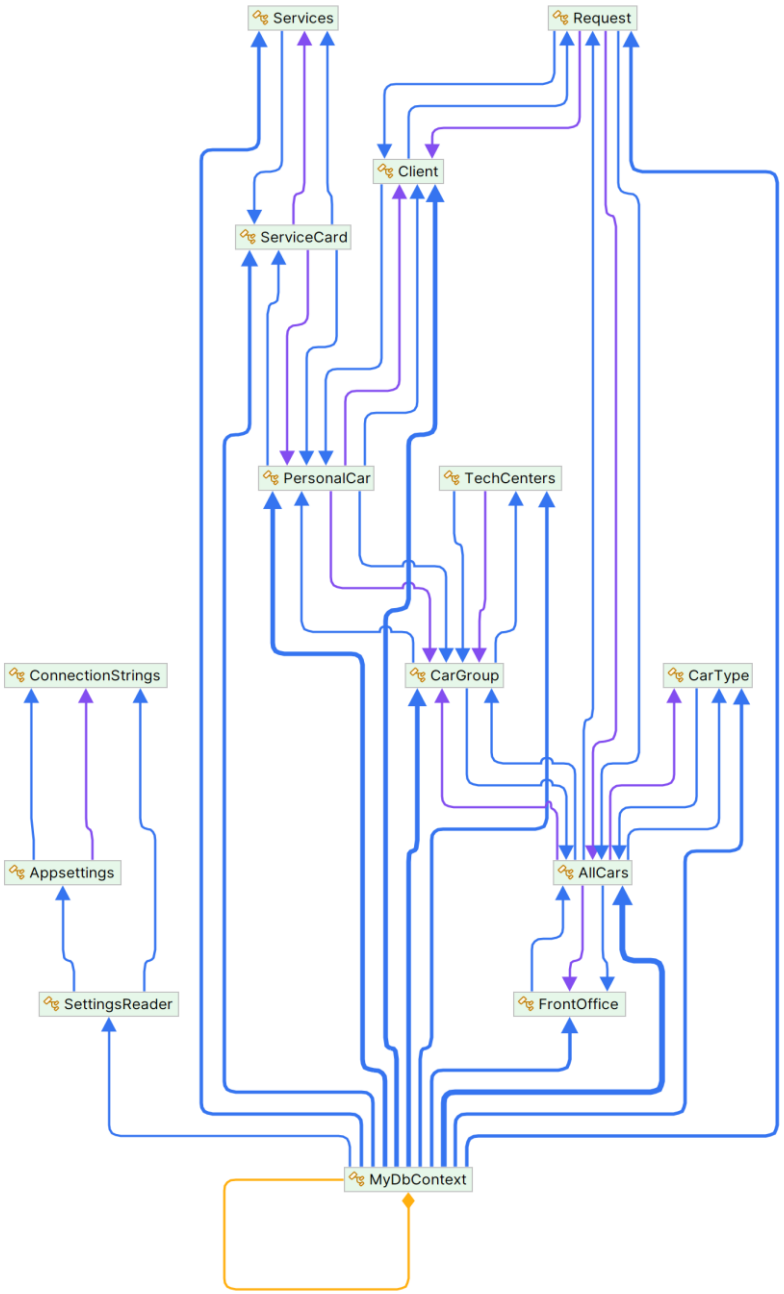


Рис. 4 – Архитектура проекта «Persistence»

Заключение

Разработанная система для ГК «Тринити Моторс» позволяет автоматизировать процессы взаимодействия с клиентами и синхронизировать данные между всеми подразделениями компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, М. В. Проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов / М. В. Григорьев, И. И. Григорьева. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 278

2. Волошин В. А., Шляхов В. Д., Барышевский С. О. Инфологическая модель данных: пример построения ER–диаграммы //Международный студенческий научный вестник. – 2020. – №. 2. – С. 142–142.
3. Гончаров В. Н., Курипченко Е. В. Использование интернет–технологий в маркетинге //Менеджер. – 2020. – №. 3. – С. 181–187.
4. Паронджанов В. Алгоритмические языки и программирование: ДРАКОН. Учебное пособие для СПО. – Litres, 2021.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРПУС ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВОЗВРАТА ФОИМ АО «ОЭМК ИМ. А.А УГАРОВА»

Положенцев И.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Корпус измельчения возврата расположен на участке обжига цеха окомкования и металлизации (ФОиМ) АО «ОЭМК им. А.А.Угарова». Основной задачей корпуса измельчения возврата является переработка возврата мелочи, железосодержащих отходов, а так же окалины.

Управление основными параметрами технологического процесса производится с помощью устаревшей релейно–контактной схемы. Контроль и регистрация параметров технологического процесса осуществляется с помощью устаревшего контрольно–измерительного оборудования.

Исполнительные механизмы посредством которых осуществляется требуемое воздействие на технологический процесс. на корпусе измельчения возврата используются задвижки на пульпопроводах и водопроводах, управление которыми осуществляется вручную, обслуживающим персоналом.

Дальнейшее функционирование системы становится все менее эффективным по следующим основным причинам:

– Насосы системы выработали свой ресурс и требует замены, из–за чего становится невозможным обеспечить устойчивую работу системы, что усугубляется тем, что они давно сняты с производства и запчасти к ним не поставляются. Так же следует отметить, что используемые в системе насосы имеют низкий КПД в сравнении с современными аналогами, что увеличивает расход электроэнергии, а, следовательно, снижает экономическую эффективность процесса измельчения возврата.

– Большие эксплуатационные расходы на поддержание работы системы вызываются не только крайне низкой надежностью оборудования из–за физического старения, но и заложенными в систему принципами построения.

– Отсутствие информационной базы, что препятствует построению современной АСУ с ее последующим подключением в интегрированную АСУ комбината.

– Система управления не предусматривает контроль уровня заполнения различных резервуаров и зумпфов, контроль плотности в подмельничном зумпфе, что значительно увеличивает вероятность возникновения аварийной ситуации.

– Ручное управление основными исполнительными механизмами не позволяет быстро реагировать на отклонения от нормы каких–либо технологических параметров.

Целью разработки корпуса измельчения возврата является минимизация затрат энергоресурсов, потребляемых при протекании технологического процесса переработки возврата.

Управление процессом измельчения возврата в автоматическом режиме обеспечит максимальное качество протекания технологического процесса, а именно переработку возврата за максимально короткий промежуток времени с минимальными затратами энергетических ресурсов.

Таким образом с целью минимизации затрат энергоресурсов необходимо разработать современную АСУТП корпуса измельчения возврата, которая должна:

– Обладать полной информацией о плотности пульпы послеподмельничного зумпфа и после мешалок.

– Контролировать загрузку мельницы в реальном времени.

– Получать информацию об уровне заполнения всех резервуаров и зумпфов в реальном времени.

– Снизить расход электроэнергии.

– Снизить время цикла, необходимое для протекания технологического процесса измельчения.

– Оперативно воздействовать на отклонения в протекании технологического процесса.

– Следить за заполнением загрузочного бункера и работой конвейеров его заполняющих.

– Обеспечивать оперативный сбор и предоставление информации оператору о ходе процесса, в частности выдачу на экран монитора значений: плотности после подмельничного зумпфа и после мешалок, уровня заполнения резервуаров мешалок и зумпфов, температуры подшипников мельницы и ее двигателя, а также состояния технологического процесса в виде графических мнемосхем.

– Обеспечивать уменьшение эксплуатационных расходов за счет повышения надежности оборудования.

– Улучшить условия труда обслуживающего персонала, а так же уменьшить необходимое количество самого обслуживающего персонала.

– Осуществлять автоматическое формирование и выдачу отчетных документов о ходе технологического процесса.

В процессе разработки АСУ ТП корпуса измельчения возврата необходимо:

– Выбрать и обосновать тип уровнемеров для загрузочного бункера, а так же для всех резервуаров и зумпфов, имеющихся на КИВ, что позволит контролировать уровни их заполнения в реальном времени.

– Выбрать и обосновать тип современных насосов, которые обладают более высоким КПД.

– Заменить исполнительные механизмы ручного управления на автоматизированные.

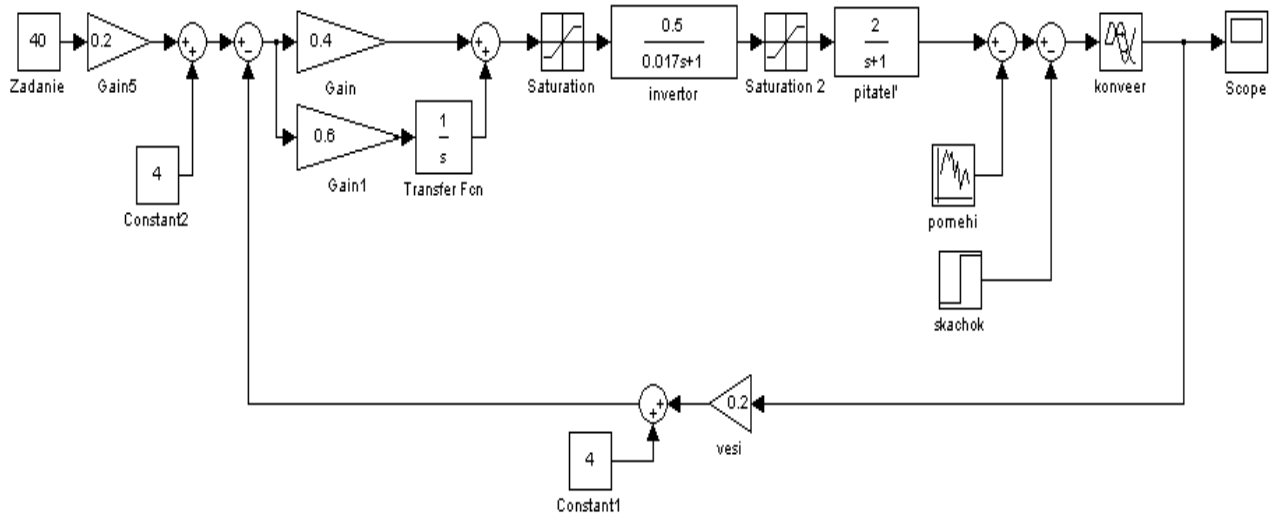


Рис. 1 – Структурная схема контура регулирования загрузки мельницы

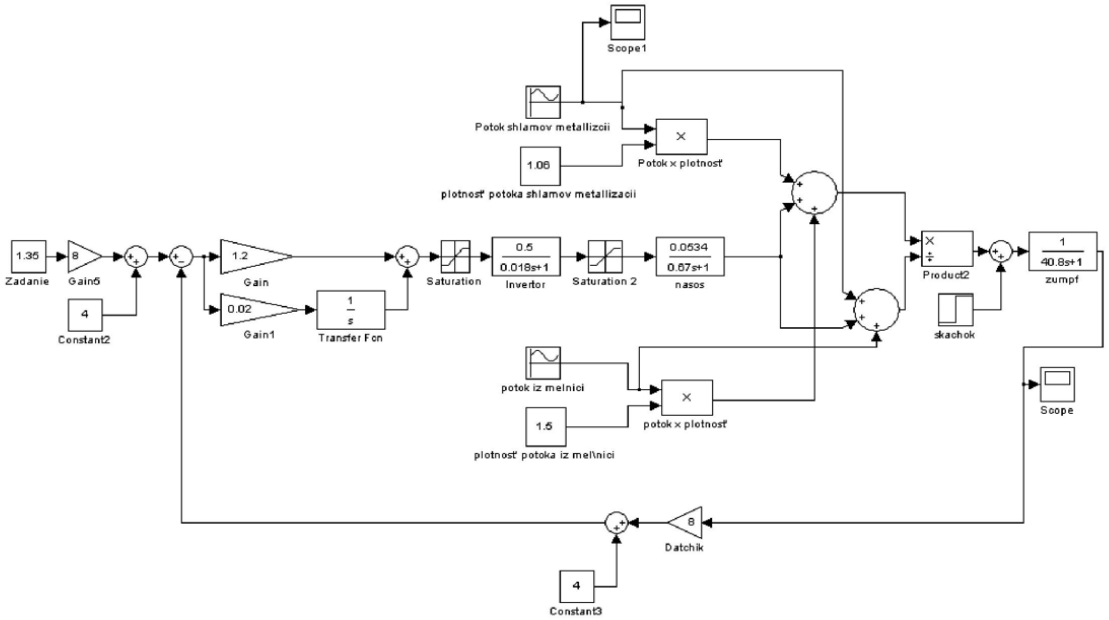


Рис. 2 – Структурная схема контура регулирования плотности после подмельничного зумпфа

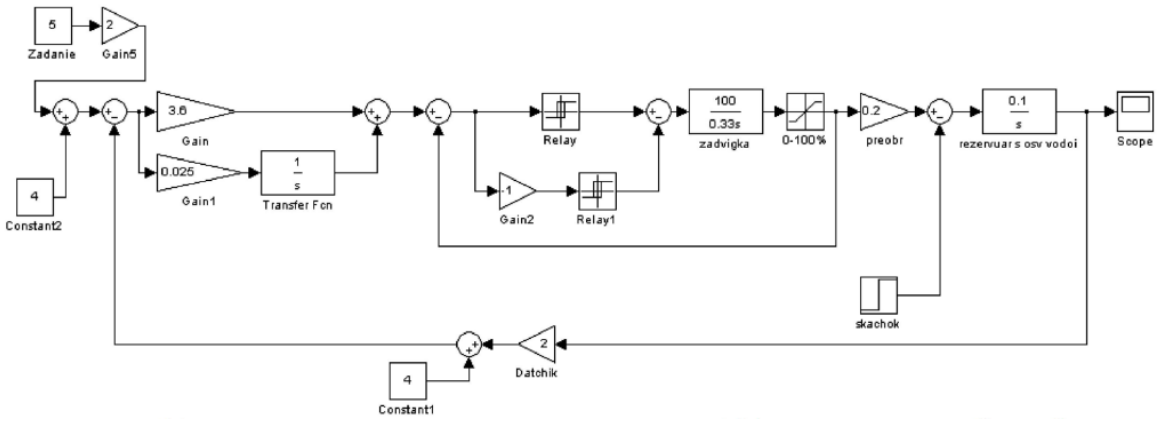


Рис. 3 – Структурная схема контура поддержания уровня в резервуаре осветленной воды

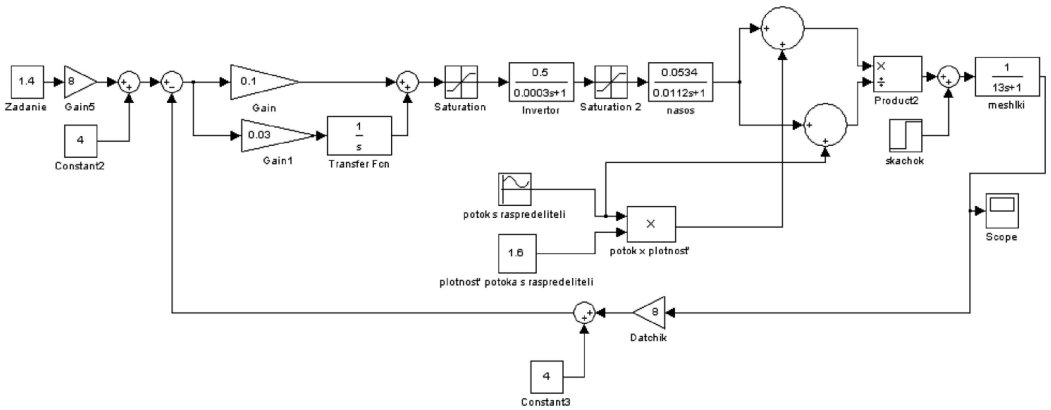


Рис. 4 – Структурная схема контур регулирования плотности после мешалки

Для внедрения АСУТП требуется:

1. Выбираем программируемый контроллер SIMATIC S7–1500 с CPU 1513–1 PN, для построения систем управления, требующих выполнения программ среднего объема, средней/ высокой скорости обработки данных и обслуживания систем распределенного ввода–вывода на основе сети PROFINET IO.

2. В качестве аппаратного обеспечения АСУ выбран контроллер SIMATIC S7–1500 с CPU 1513–1 PN.

3. Выбираем три станции распределенной периферии SIMATIC ET 200SP фирмы Siemens. Обмен между контроллером и станциями распределенной периферии осуществляется по средствам протокола PROFIBUS–DP.

4. Датчика уровня для загрузочного бункера выбираем «УР 203 Ех–15».

5. Выбираем датчик уровня «УР–211» для резервуаров и зумпфов.

6. Выбор электрифицированных задвижек «КЗР 25ч945п».

7. Выбираем насосы. Для подмельничного зумпфа выберем насос IL 250/360–75/4 фирмы «WILO». Для перекачки пульпы от сгустителя, а также для бака осветленной воды выберем насос IL 125/340–30/4 фирмы «WILO». Для перекачки пульпы от резервуаров мешалок выберем насос IL 150/340–37/4 фирмы «WILO».

8. Для насоса резервуара осветленной воды выбиран преобразователь Micromaster–430–30 фирмы «Siemens». электродвигателя рамы сгустителя выбран частотный преобразователь Micromaster–430–4 фирмы «Siemens».

9. Для корпуса измельчения возврата выбираю конвейерные весы ЭКВ–4Д компании «Энерпром».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для СПО/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – 2 –е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. –386с.

2. Молоканова Н. П. Автоматическое управление. Курс лекций с решением задач и лабораторных работ: учебное пособие / Н.П. Молоканова. – М.: ФОРУМ, 2017. – 224 с.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ТРЕНЕРА В ФИТНЕС-КЛУБЕ НА C#, С ПРИМЕНЕНИЕМ GUNA.FRAMEWORK.

Пузанов А.А., студент
Научный руководитель – преподаватель ОИТ **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

С ростом популярности здорового образа жизни и увеличением числа клиентов фитнес-клубов, возникает потребность в современных инструментах, способных оптимизировать работу тренеров. Автоматизация управления тренировочными процессами становится ключевым шагом к повышению качества услуг, персонализации программ и укреплению доверия между тренерами и их подопечными.

Актуальность разработки специализированного приложения для фитнес-клубов заключается в возможности упростить процессы планирования, контроля и анализа тренировок. Такое приложение позволит систематизировать данные о клиентах, их целях, физических показателях и прогрессе, обеспечив тренерам удобный доступ к информации. Функции, такие как составление индивидуальных программ, ведение истории тренировок, отслеживание результатов, а также автоматические напоминания о занятиях или оценках прогресса, помогут тренерам эффективнее управлять своим временем и ресурсами.

Для поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- спроектировать программный продукт на основе анализа предметной области и исходных данных;
- разработать UML-диаграммы и ER-диаграмму базы данных.
- реализовать информационную безопасность разрабатываемой системы;
- разработать обучающую документацию для пользователей разрабатываемой системы.

Система должна состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом учетной записи.

Общее назначение разрабатываемых модулей:

- просмотр списка объектов;
- добавление/удаление/редактирование данных об объектах;
- управление списками возможных объектов.

Система должна состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом роли учетной записи.

Общее назначение разрабатываемых модулей:

- просмотр таблиц и его столбцов доступных пользователю;
- добавление/удаление/редактирование данных в столбцах доступных пользователю исходя из его роли;
- возможность выбора других таблиц, которые предусмотрены роли пользователя.

Объектом исследования является система управления деятельностью тренеров в фитнес-клубе, включающая организацию тренировочного процесса, учёт клиентов и контроль посещаемости.

Предметом исследования стало программное приложение, предназначенное для автоматизации работы тренеров, включающее функционал для составления расписания, ведения клиентской базы и контроля посещаемости.

Целью исследования является разработка эффективного программного решения, которое позволит фитнес-клубам оптимизировать работу тренеров, улучшить взаимодействие с клиентами и повысить качество предоставляемых услуг.

Ниже, на рисунке 1 представлена диаграмма входных и выходных данных разрабатываемого приложения.

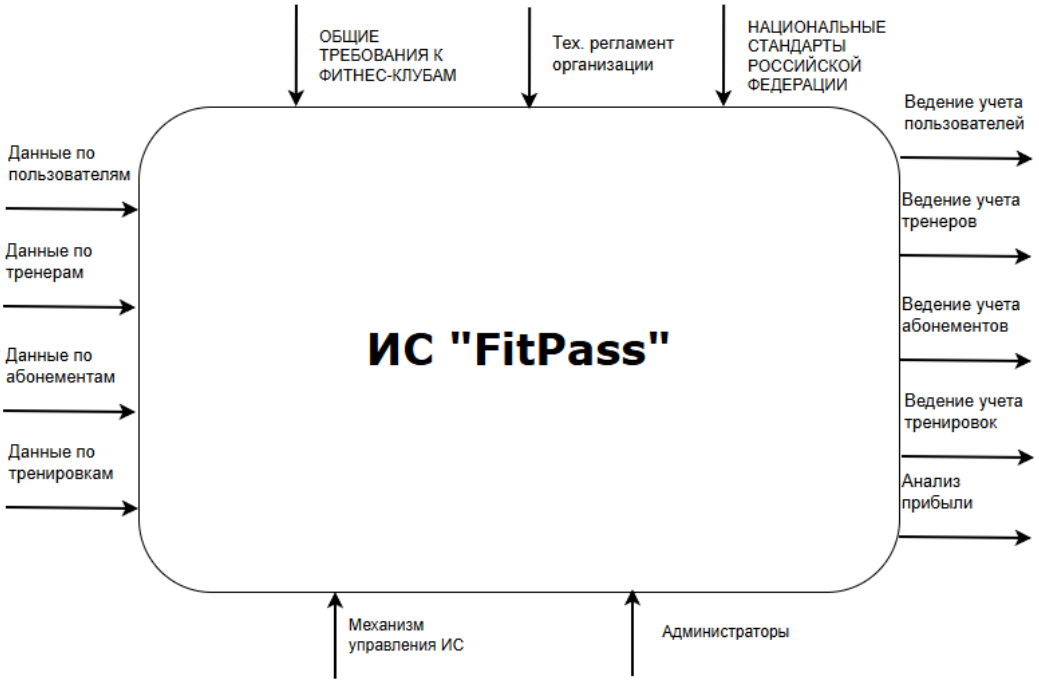


Рис. 1 – Диаграмма входных выходных данных (IDEF0)

Компоненты системы:

1. Интерфейс пользователя: должен быть интуитивно понятен и удобен в использовании, а также необходимо чтобы система была разработана с использованием Guna.Framework, поскольку это обеспечит необходимую гибкость и эффективность в разработке интерфейса.
2. Форма приложения: для сотрудников компании, где они смогут добавлять, изменять и удалять информацию доступную в зависимости от роли.
3. База данных: хранит информацию о заявках, пользователях и мероприятиях. Рекомендуется использовать реляционную базу данных для обеспечения целостности данных и возможности выполнения сложных запросов.

Главная форма пользователя и схема базы данных представлены на рисунках 2 и 3 соответственно

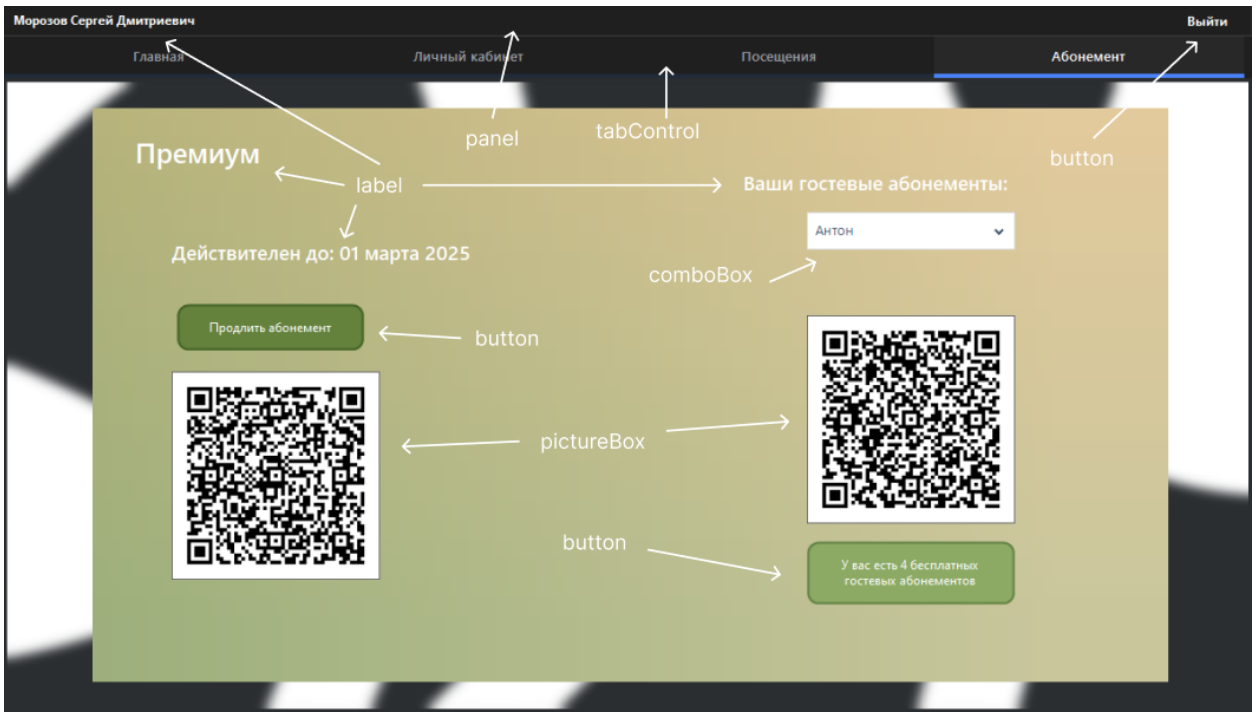


Рис. 2 – Главная форма пользователя

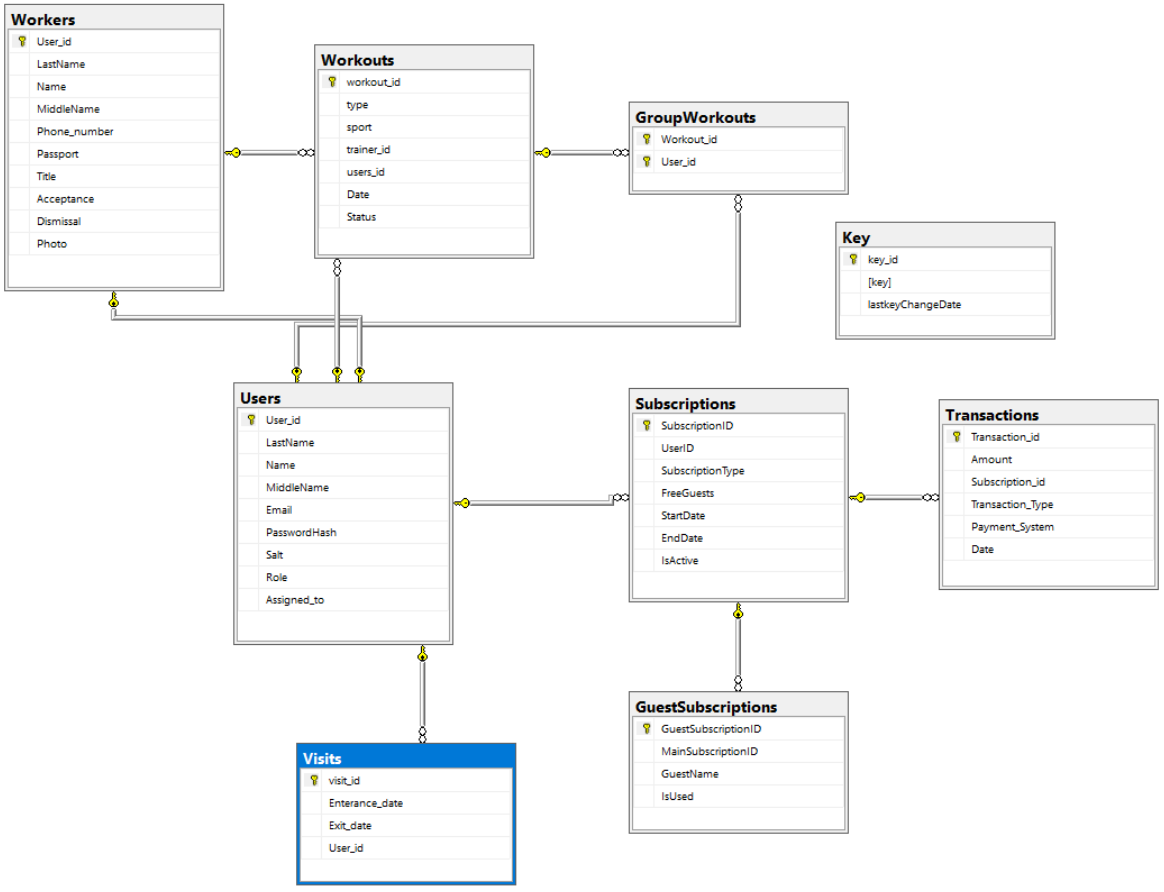


Рис. 3 – Схема базы данных

Реализация и тестирование

Процесс разработки системы можно разбить на несколько этапов:

1. Сбор требований: Взаимодействие с конечными пользователями и сотрудниками ИТ-отдела для определения функционала системы.
2. Проектирование: Создание архитектуры системы и проектирование интерфейсов.
3. Разработка: Программирование компонентов системы с использованием современных технологий и языков программирования.
4. Тестирование: Проведение функционального тестирования системы для выявления и исправления ошибок, а также тестирование на удобство использования.
5. Внедрение: Постепенное внедрение системы в рабочий процесс организации, обучение пользователей и сбор обратной связи.

Заключение

В итоге, разработанное приложение позволит фитнес-клубам и тренерам в автоматизации процессов взаимодействия между клиентами и менеджерами, а также в повышении качества предоставляемых услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуриков С.Р. Программирование на C#. Учебное пособие. – М.: Форум, 2023. – 447 с. Подробное руководство по языку C# с акцентом на разработку Windows-приложений. Особенно полезны главы по работе с Windows Forms и ADO.NET.
2. Троелсен Э. Язык программирования C# 9.0 и платформа .NET 5. – СПб.: Питер, 2022. – 1088 с. Фундаментальное руководство, охватывающее все аспекты разработки на C#. Содержит практические примеры работы с базами данных и многопоточностью.
3. Официальная документация Microsoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/Актуальные руководства по C# и .NET, включая работу с Entity Framework и Windows Forms.
4. Документация Guna.UI Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gunaframework.com/docsПолное описание компонентов Guna.UI с примерами их использования в Windows Forms приложениях.
5. Мартин Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг. – М.: Вильямс, 2021. – 464 с. Классическое руководство по написанию качественного кода с примерами на C#.
6. Фаулер М. UML. Основы. – СПб.: Символ-Плюс, 2022. – 192 с. Практическое руководство по созданию UML-диаграмм, использованное при проектировании системы.
7. Конноли Т., Бегг К. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. – М.: Вильямс, 2023. – 1440 с. Исчерпывающее руководство по проектированию реляционных баз данных.
8. Шилдт Г. C# 9.0: Полное руководство. – М.: Диалектика, 2022. – 800 с. Актуальное руководство по всем возможностям языка C# 9.0.
9. Скит Д. C# для профессионалов: тонкости программирования. – М.: Вильямс, 2021. – 608 с. Глубокое погружение в особенности языка C# с практическими примерами.
10. Microsoft SQL Server Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/Официальная документация по Microsoft SQL Server, использованная при проектировании базы данных.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУТП КАМЕРНОЙ ПЕЧИ Т-900 РЭ ЦЕХА СБОРКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ООО "РАДИОЛАЙН"

Распопов А.П., студент
Научный руководитель - старший преподаватель, **Уварова Л.В.**,
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»).

В данной работе рассматривается модернизация системы управления промышленной печью, предназначенной для сушки изделий, покрытых порошковой краской. Основной целью проекта является повышение уровня автоматизации технологического процесса, обеспечение стабильности температурных параметров, а также повышение энергоэффективности оборудования за счёт внедрения современных методов управления.

В существующей системе управление осуществляется с помощью базового ПИД-контроллера и таймера. Отсутствие полноценной обратной связи, адаптивного регулирования и координации между отдельными узлами приводит к ряду недостатков: колебания температуры в рабочей зоне, неэффективное использование электроэнергии, а также невозможность динамической настройки под изменяющиеся параметры процесса.

С целью устранения указанных недостатков была разработана и смоделирована автоматизированная система управления, включающая два контура регулирования [2]: первый, контур регулирования температуры внутри рабочей камеры (рисунок 1); второй, контур управления вентиляцией и отводом тепла (рисунок 2).

Контур регулирования температуры реализован с использованием термодатчика, ваттметра, регулятора температуры, регулятора мощности, блока управления тиристорами, тиристорного модуля и нагревательного элемента (ТЭНа). Основной задачей системы является поддержание заданного температурного режима в зоне печи за счёт точного дозирования подводимой мощности.

Регулятор температуры формирует управляющее воздействие [1] в зависимости от показаний термодатчика, после чего сигнал передаётся на регулятор мощности, управляющий блоком управления тиристорами. Блок передаёт сигналы на тиристорный модуль, регулирующий мощность, подаваемую на нагревательные спирали.

Контур управления вентиляцией построен на основе системы регулирования скорости вращения вентилятора с помощью частотного преобразователя [3]. В состав схемы входят регулятор разрежения, регулятор скорости, частотный преобразователь, электродвигатель вентилятора, а также датчики скорости и разрежения.

Регулятор разрежения обеспечивает поддержание стабильных условий воздухообмена, а регулятор скорости позволяет гибко изменять производительность вентиляции в зависимости от текущих параметров теплообмена [4], [5].

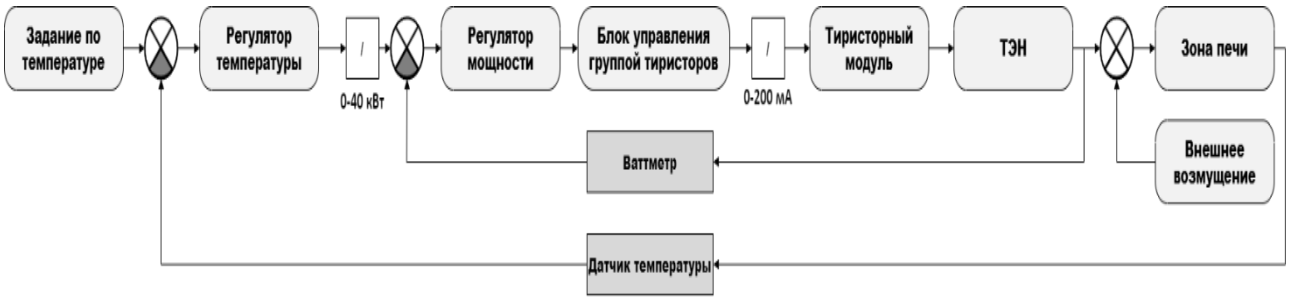


Рис. 1 – Функциональная схема контура регулирования температуры

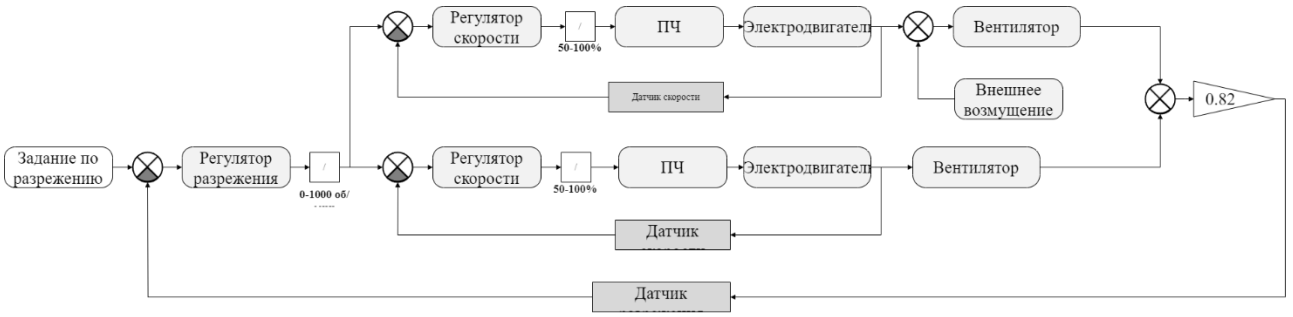


Рис. 2 – Функциональная схема контура управления вентиляцией

Реализация предложенной системы управления позволит достичь более стабильных температурных характеристик в процессе сушки, сократить время выхода печи на рабочий режим, а также снизить потребление электроэнергии за счёт интеллектуального распределения нагрузок между вентиляцией и нагревом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киселёв В.В. Автоматизация технологических процессов. — М.: Академия, 2019. — 320 с.

2. Поляков А.А. Основы автоматического управления. — СПб.: Питер, 2021. — 288 с.

3. Афанасьев П.Ф. Системы управления в машиностроении. — М.: Машиностроение, 2018. — 272 с.

4. Чичинин А.С. Системы управления нагревательными установками. — Новосибирск: НГТУ, 2020. — 215 с.

5. Соловьёв И.В. Частотно-регулируемый электропривод в вентиляционных системах // Электротехника и автоматизация. — 2022. — №4. — С. 14–18.

РАЗРАБОТКА БОТА–СОВЕТЧИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЖСК «НАДЕЖДА» №12

Рубан А.В., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент **Симонова А.Г.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Цифровизация бытовых и управленческих процессов стремительно развивается, затрагивая все сферы жизни, включая жилищно–коммунальное хозяйство. Однако на практике многие ЖСК, особенно в небольших городах, продолжают использовать устаревшие методы взаимодействия с жильцами — бумажные объявления, устные заявки, звонки в диспетчерскую службу. Это не только снижает эффективность работы управляющих компаний, но и создает неудобства для жителей: заявки теряются, передача показаний происходит с опозданием, а доступ к важной информации требует личного обращения в офис.

На этом фоне особую актуальность приобретает внедрение автоматизированных цифровых решений, обеспечивающих круглосуточную и удобную обратную связь между жильцами и управляющей организацией. Одним из таких решений является внедрение чат–ботов в популярных мессенджерах, например, Telegram. Данный инструмент позволяет реализовать привычный и интуитивно понятный интерфейс без необходимости установки дополнительных приложений. [1].

В рамках данной работы рассматривается проект по созданию Telegram–бота для жилищно–строительного кооператива “Надежда” №12. Основное назначение бота — автоматизация рутинных процессов, таких как:

- приём и обработка заявок от жильцов (сантехник, электрик, уборщик.),
- передача показаний приборов учёта (вода, электричество),
- информирование жильцов о важных событиях и графиках (например, отключение воды, вывоз мусора, общедомовые собрания).

Особое внимание уделяется модулю передачи показаний. Вместо ручного ввода данных, жильцам предлагается сфотографировать счётчик, после чего встроенная нейронная сеть автоматически распознаёт числовые значения на дисплее и сохраняет их в базе данных. Такой подход значительно снижает вероятность ошибок, ускоряет процесс и делает его доступным даже для пожилых пользователей.

Таким образом, разработка и внедрение интеллектуального Telegram–бота с применением нейронных сетей представляет собой актуальное и практически значимое решение, направленное на повышение качества обслуживания жильцов и оптимизацию работы ЖСК.

Жилищно–строительный кооператив (ЖСК) “Надежда” №12 — это форма управления многоквартирным жилым домом, расположенным в городе Губкин. Кооператив объединяет собственников квартир с целью совместного управления общим имуществом, организации технического обслуживания и обеспечения комфортных условий проживания.

ЖСК “Надежда” №12 представляет собой дом средней этажности, включающий в себя 9 этажей и 2 подъезда, в котором проживает более 70 семей. Основными задачами кооператива являются:

- обеспечение бесперебойного функционирования инженерных систем (электроснабжение, водоснабжение, отопление),
- организация текущего и капитального ремонта общего имущества,
- взаимодействие с коммунальными службами и подрядными организациями,
- сбор и учёт коммунальных платежей,
- работа с обращениями и жалобами жильцов.

Организационная структура ЖСК включает в себя председателя кооператива,

бухгалтера и обслуживающий персонал (дворники, сантехники, электрики и т.д.). На текущий момент большинство заявок от жильцов принимается в устной форме либо по телефону диспетчерской службы, что нередко приводит к потере информации, задержке в обработке и недовольству со стороны жителей.

Организационная структура ЖСК «Надежда» №12 приведена на рисунке 1.

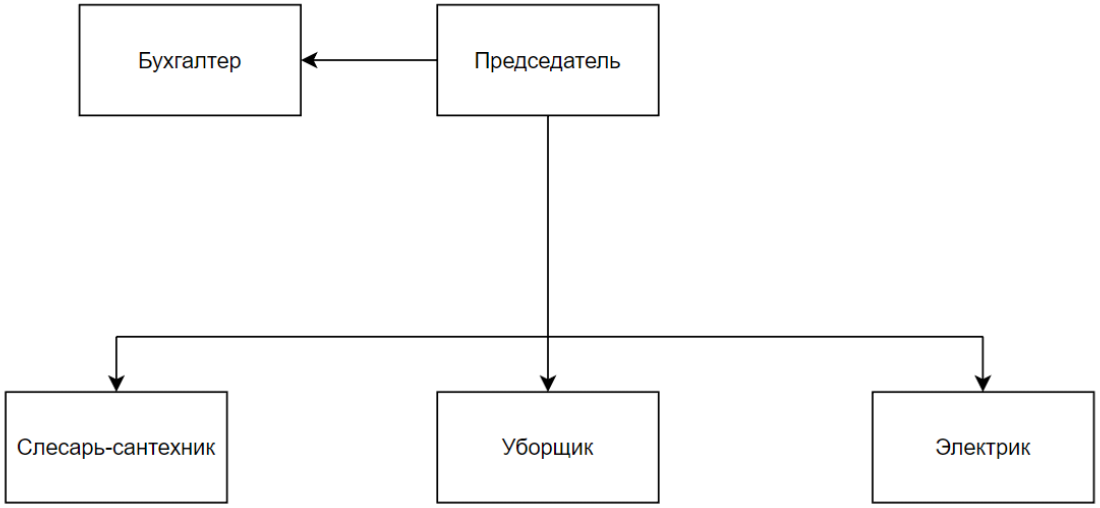


Рис. 1 – Организационная структура ЖСК «Надежда» №12

В условиях растущих требований к качеству обслуживания и прозрачности работы кооператива, руководство ЖСК “Надежда” №12 заинтересовано во внедрении цифровых решений, упрощающих взаимодействие с жильцами. Разработка Telegram–бота призвана повысить уровень автоматизации, минимизировать человеческий фактор в приёме заявок и передаче показаний, а также сделать сервисы кооператива доступными в любое время суток без необходимости личного посещения офиса или звонков.

В настоящее время снятие показаний с счетчиков осуществляется таким образом: сотрудник организации записывают показания в специальные журналы. Для формирования квитанции сотруднику организации необходимо пройтись по всем квартирам многоквартирных домов, чтобы снять все необходимые показания со счетчиков коммунальных услуг и передать бухгалтеру, который в дальнейшем заносит данные в квитанцию.

На рисунке 2 представлена контекстная диаграмма снятий показаний счетчиков ЖСК "Надежда" №12

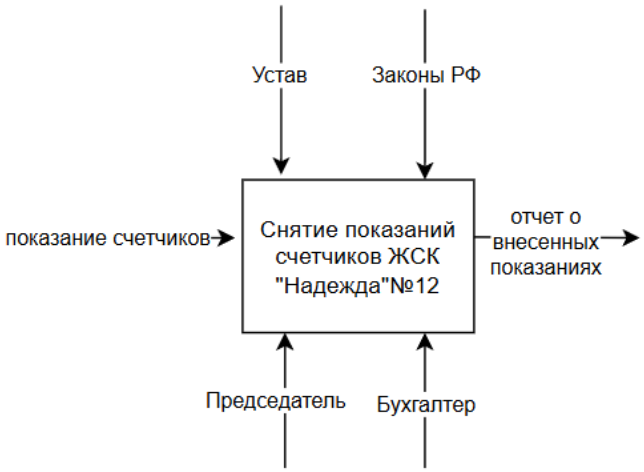


Рис. 2 – Контекстная диаграмма снятий показаний счетчиков ЖСК «Надежда» №12

Входные потоки: показания счетчиков.

Управляющие потоки: Устав организации, которому должны подчинятся сотрудники организации и законы РФ, которые должны учитывается при составлении отчета о переданных показаний.

Регулирующие потоки (механизмы): председатель, бухгалтер.

Выходные потоки: отчет о внесенных показаниях.

Если необходимо оформить заявку на какие–либо виды услуг, собственник обращается в организацию непосредственно или по телефону, где заявка фиксируется и назначается дата выполнения.

На рисунке 3 приведена контекстная диаграмма бизнес–процесса оформления заявки.

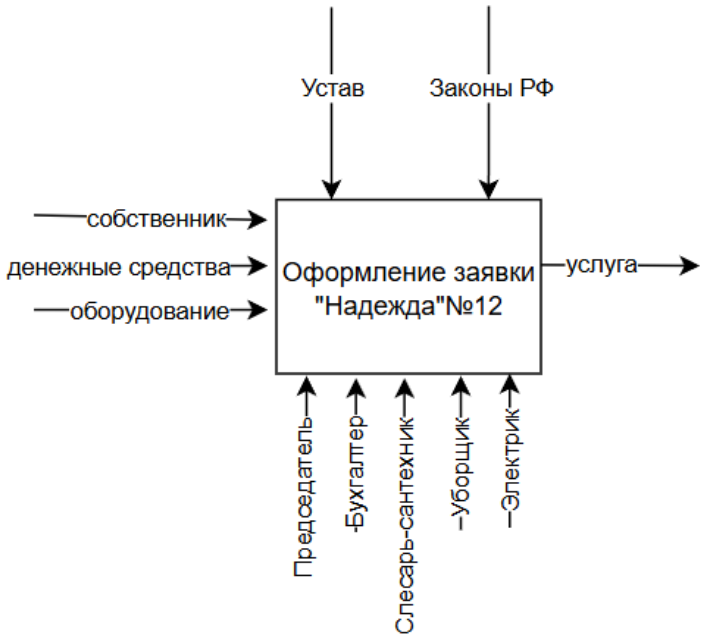


Рис. 3 – Контекстная диаграмма бизнес–процесса оформления заявки

Входные потоки: собственник, денежные средства, оборудование.

Управляющие потоки: Устав организации, которому должны подчинятся сотрудники организации и законы РФ, которые должны учитывается при составлении заявки.

Регулирующие потоки (механизмы): председатель, бухгалтер, слесарь–сантехник, уборщик, электрик.

Выходные потоки: услуга. [2].

Решением данной проблемы станет внедрение интеллектуального Telegram–бота, который автоматизирует подачу заявок, передачу показаний и информирование жильцов. Использование нейронных сетей для распознавания показаний с фото повысит точность и удобство, а интеграция с Telegram обеспечит доступность сервиса в любое время. Это решение позволит снизить нагрузку на диспетчерскую службу, уменьшить количество ошибок и повысить качество обслуживания жильцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

16. Браунли, Д. Глубокое обучение для компьютерного зрения. Машинное обучение Мастери, 2019. – 563 с

17. Ковтун Н.И. Проектирование информационных систем: учебное пособие для практических занятий, Изд–во Старый Оскол. СТИ НИТУ «МИСиС», 2020. – 172 с

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рудаков В.А., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент **Мякотина М.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В 2023 году правительство России утвердило стратегию для развития предприятий и малого бизнеса, связанного с использованием или внедрением в общественную жизнь технических инноваций, разработанных или усовершенствованных российскими предпринимателями, учеными, студентами, аспирантами, инженерами и т.д. Такое решение было принято в рамках программы по импортозамещению в ответ на санкции, которые ограничивали российские компании в использовании зарубежного ПО, технологий производств, сервисов по обслуживанию техники, доступу к узкоспециализированным иностранным лабораториям и тд.

В городах федерального значения и городах–миллионниках активно развивается малый бизнес и предпринимательство, а в небольших региональных городах и даже центрах присутствует недостаток, приведу статистику в таблице 1 для самого большого округа.

Таблица 6 – Соотношение численности населения к численности зарегистрированных ИНН за 2024 год

Округ	Численность в тыс.	Число ИНН, в тыс.	Город/область	Число ИНН, в тыс.	% от числа ИНН округа	Численность в тыс.	% от численности округа
ЦФО	40198,6	270,1	г. Москва	91,2	33,8	13149,3	32,7
			Московская область	66,3	24,6	8651,2	21,5
			Остальные субъекты	112,5	41,6	18398,1	45,8

Из таблицы, основанной на данных Росстат, можно сделать вывод, что в Москве и Московской области процентное отношение численности населения меньше, чем количество зарегистрированных ИНН. Это свидетельствует о проблемах развития предпринимательства, малого и среднего бизнеса в регионах. Можно сформулировать проблемы, которые объясняют такое распределение.

Основные проблемы и их решения:

1. Отсутствие интереса у крупных инвесторов к региональным проектам.

Эта проблема напрямую связана с численностью населения регионов, потому что в крупных городах гораздо сильнее развита покупательская способность населения, что может обеспечить в дальнейшем доход, в то время как в небольших провинциальных городах проекты зачастую являются благотворительными или имеют значительно меньшую выручку в процентном отношении.

Решение. Один из возможных способов – это усиления развития государственных программ, направленных на увеличение демографии регионов. В свою очередь рост населения повлечет за собой увеличение рабочих мест и создаст возможность для реализации проектов и приток инвестиционных средств в регионы.

2. Отсутствие достаточного количества научных центров и учебных заведений. Это влечет за собой значительное отставание заинтересованности граждан в разработке новых патентов, идей для создания бизнеса, усовершенствовании предприятий. Из данных Роспатента о выданных патентах в ЦФО за 2020 год можно увидеть сильное опережение Москвы над регионами

Таблица 7 – Данные о патентах за 2020 год в различных федеральных округах

Округ	Численность в тыс.	Число выданных патентов	Город/область	Число выданных патентов	% от числа выданных патентов в округе	Численность в тыс.	% от численности населения округа
ЦФО	40198,6	11475	г. Москва	6687	58,2	13149,3	32,7
			Остальные области	2827	24,8	18398,1	45,8
ПФО	28540,8	4714	Республика Татарстан	1083	22,9	4003	14,1
			Остальные субъекты	3631	77,1	24537,8	85,9
ЮФО	16624	1836	Ростовская область	654	35,6	4152,5	24,9
			Остальные субъекты	1182	64,4	12471,5	75,1
СФО	16567,1	2393	Новосибирская область	650	27,1	2789,5	16,8
			Остальные субъекты	1643	72,9	13777,6	83,2
СЗФО	13840,3	3335	Санкт – Петербург	2621	78,6	5597,7	40,4
			Остальные субъекты	714	21,4	8242,6	59,6
УрФО	12262,2	1447	Свердловская область	743	51,3	4222,6	34,4
			Остальные субъекты	704	48,7	8039,6	65,6
СКФО	10251	471	Ставропольский край	198	42	2886,1	28,1
			Остальные субъекты	273	58	7364,9	71,9
ДФО	7866,3	513	Приморский край	152	29,6	1806,3	22,9
			Остальные субъекты	361	70,4	6060	77,1

Решение. Привлекать население изучать новые технологии и развивать научные центра в регионах. Создавать курсы по изучению инноваций и сфер научной деятельности, которая требуется в стране.

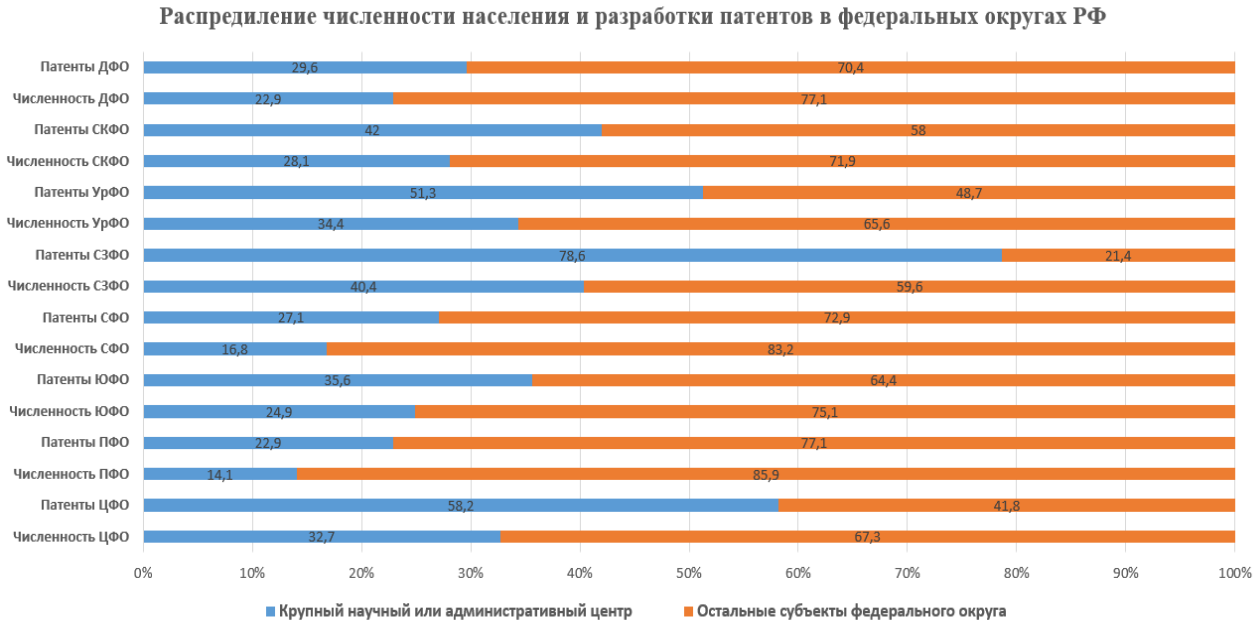


Рис. 46 – Распределение в крупных научных центрах

Также исходя из данных Росстат можно увидеть основное направление создания патентов по международной классификации:

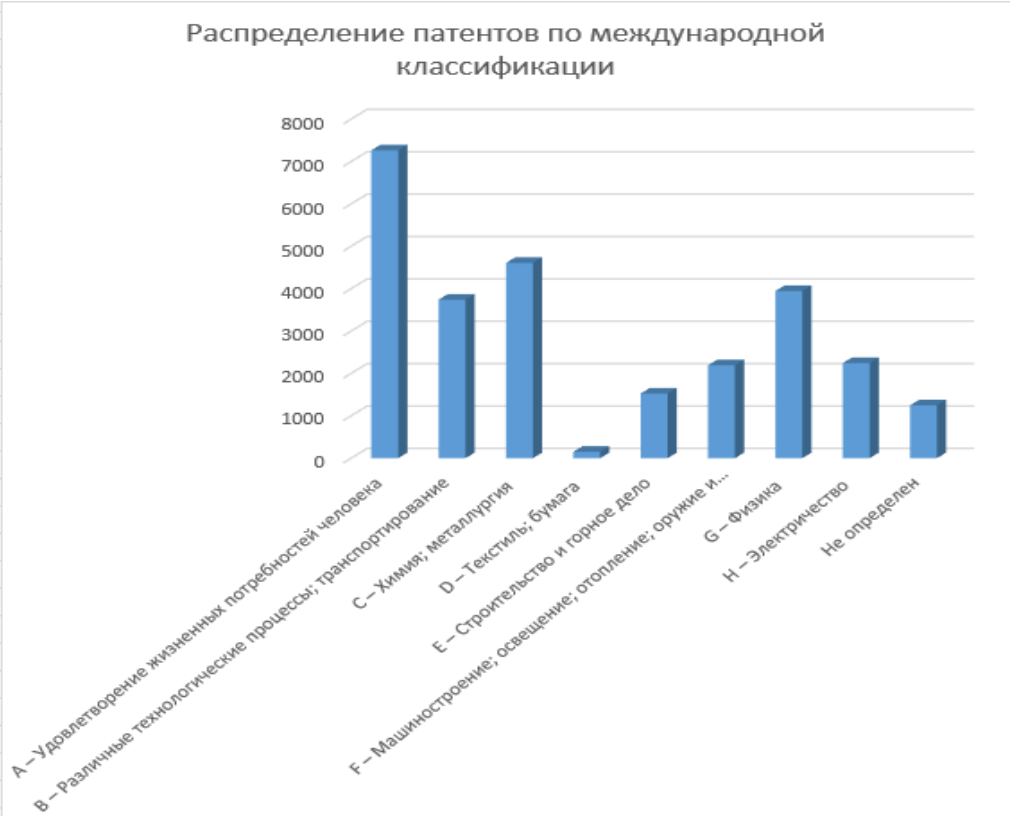


Рис. 47 – Распределение по отраслям патентов согласно международной классификации

Такое неравномерное распределение обусловлено тем, что в период санкций основное направление импортозамещение было связано с устранением неудобств связанных с импортом товаров, которые повседневно используются в быту гражданами.

Незнание о существовании мерах поддержки со стороны государства, различных фондов и специальной литературы и курсов по обучению в сфере технологического предпринимательства и развития бизнеса.

Большинство граждан просто не понимают, как можно начать развиваться в этой сфере и как лучше всего построить стратегию по улучшению бизнеса.

Решение. Нужно больше информировать граждан о существующих мерах поддержки, например рассказывать о различных сайтах и группах, где можно найти информацию о спонсировании идеи со стороны государства или частных инвесторов. Приведу небольшой список таких интернет–ресурсов.

Таблица 3 – Перечень интернет–ресурсов

Сообщества	Ссылка	Специфика (что представлено на сайте)
1. Платформа университетского технологического предпринимательства	https://univertechpred.ru/	Ознакомление с возможностью создавать стартапы
2. Тренинги предпринимательских компетенций	https://vk.com/public214451095	Группа для студентов, в которой описывается как можно начать заниматься стартапами
3. Фонд содействия инновациям	https://vk.com/fondfasie	Рассказывается о проектах других университетов
4. Ресурсы Фонда содействия инновациям (Фонд Бортника)	https://fasie.ru/	Помощь проектам и ссылки на разные открытые вакансии для создания проектов
5. Обучающие программы и акселераторы РВК (Российская венчурная компания)	https://www.rvc.ru/	Помогает инвестировать в венчурные фонды, ориентированные на инвестиции в российские технологические компании
6. Официальный портал Национальной ассоциации инноваций и развития информационных технологий (НАИРИТ)	https://www.nair–it.ru/	Государственная поддержка разработчиков инноваций по всей стране
7.Тематические материалы на сайте "Деловая среда" (Группа Сбербанка)	https://dasreda.ru/	Ссылки на книги и полезные форумы
8. Экосистема Московского инновационного кластера	https://www.i–moscow.ru/	Кластер создает экосистему продуктов и сервисов, а также условия, необходимые для эффективного развития инноваций и новых проектов
9.Образовательные программы Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС)	https://www.ranepa.ru/	Помощь в обучении создания качественного инновационного продукта

10. Ресурсы Агентства стратегических инициатив (АСИ)	https://asi.ru/	Автономная некоммерческая организация, созданная для поддержки перспективных общественно значимых проектов, направленных на повышение качества жизни, образования и подготовки кадров

В данной статье были представлены одни из самых значимых проблем, с которыми сталкиваются начинающие предприниматели при открытии своего бизнеса в регионах. Основными решениями данных проблем являются увеличение роста населения в регионах, привлечение молодых ученых в создание инновационных технологий и увеличение количества центров для обучения населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://мсп.рф/analytics/?ysclid=m2m2xaudv5808369793 Статистика малого и среднего бизнеса в регионах РФ, 2024

2. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3JAenJZu/innov7.xls Статистика патентов, 2020

3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральный_федеральный_округ Статистика населения ЦФО, 2024

4. https://eup.sgu.ru/sites/eup.sgu.ru/files/text–pdf/2024/05/ekonomika_2024_2–138–146.pdf?ysclid=m2lzhi6yaf343467817 Статья о роли технологического предпринимательства, 2024

АЭП ПОВОРОТНОГО СТОЛА ЦЕХА ВЫБОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ АО «КХПС»

Русских В.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Проектирование производственного оборудования в контексте автоматизации и повышения стандартов энергоэффективности является актуальной задачей. Пример АО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский» демонстрирует проблему использования неавтоматизированных систем управления, что ведет к использованию человеческих ресурсов.

Целью научного проекта является проектирование системы автоматизированного привода поворотного стола на отечественном асинхронном двигателе переменного тока с частотным регулированием.

Чтобы достичь указанной цели, были сформулированы следующие задачи:

1. Анализ технических параметров действующей системы.
2. Выбор российских двигателей, соответствующих критериям энергоэффективности и возможности ремонта.

Объект исследования — технологические линии цеха выбоя и реализации АО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский».

Предмет исследования — проектирование автоматизированной системы управления электроприводом поворотного стола.

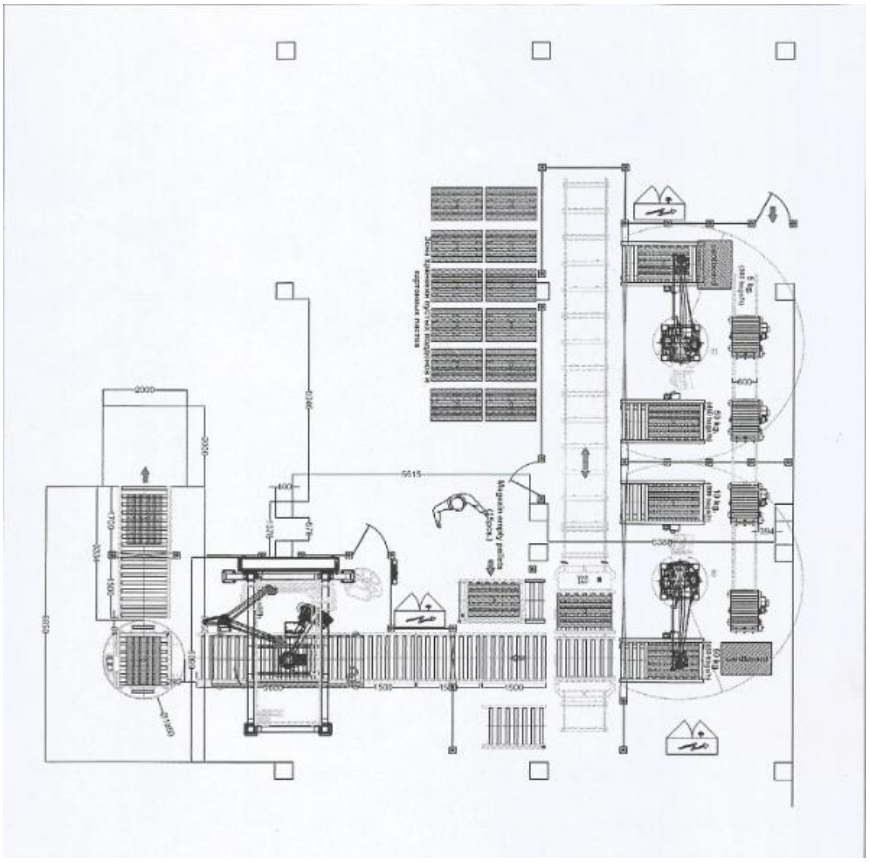


Рис. 1 – Схема цеха выбоя и реализации

Для осуществления поворота стола в цех выбоя и реализации планируется применение асинхронного двигателя АИС 90S4.:



Рис. 2 – Двигатель АИС 90S4

Таблица 1 – Параметры двигателя АИС 90S4

Параметр	Значение
Мощность, кВт	1.1
Напряжение, В	380
Количество фаз	3
Количество пар полюсов	2
Номинальный ток обмотки статора, А	2.5
Частота сети, Гц	50
Максимальная частота вращения, об/мин	1500
Номинальная частота вращения, об/мин	1440
Номинальный момент сил $M_н$, Н · м	7.3
Красность относительного максимального момента, $M_{макс}$	3
Красность относительного пускового момента, $M_{пуск}$	2.4
Красность относительного пускового тока, $I_{пуск}$	6.1
cos φ при 100% нагрузке	0.78
cos φ при 75% нагрузке	0.694
КПД при 100% нагрузке	0.814
КПД при 75% нагрузке	0.821
Момент инерции, кг м^2	0.0029
Класс нагревостойкости изоляции	H
Масса, кг	11

Для сравнения рабочих параметров (пусковой ток, скорость вращения, момент нагрузки) с номинальными значениями, указанными в паспорте двигателя, смоделируем прямой пуск асинхронного электродвигателя АИС 90S4 в ПО (программном обеспечении) MatLab Simulink.

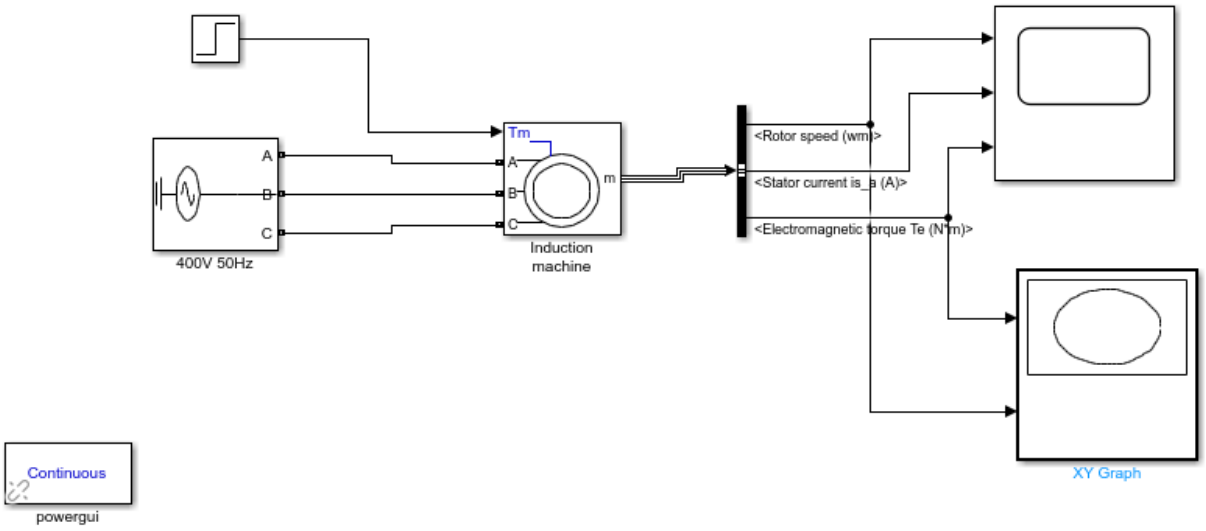


Рис. 3 – Модель прямого пуска асинхронного электродвигателя АИС 90S4.

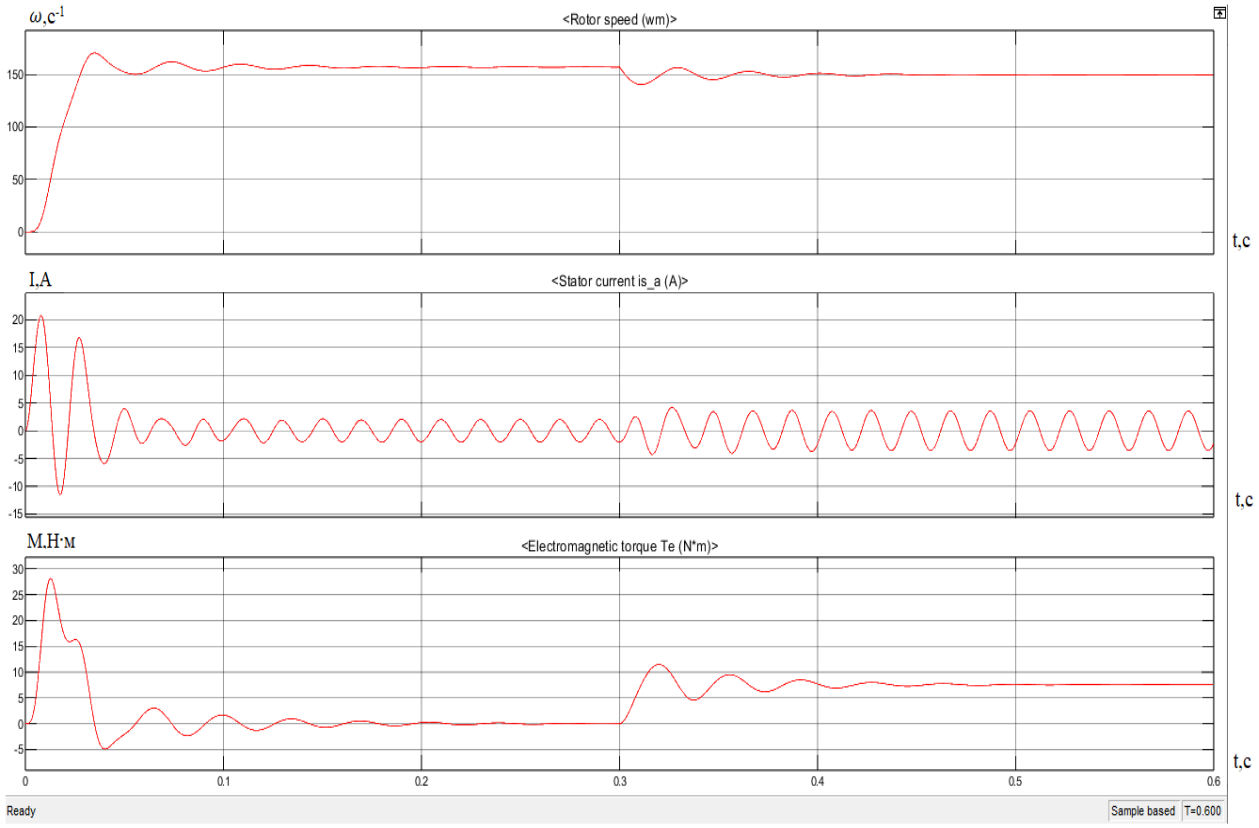


Рис. 4 – Результат моделирования прямого пуска асинхронного электродвигателя АИС 90S4.

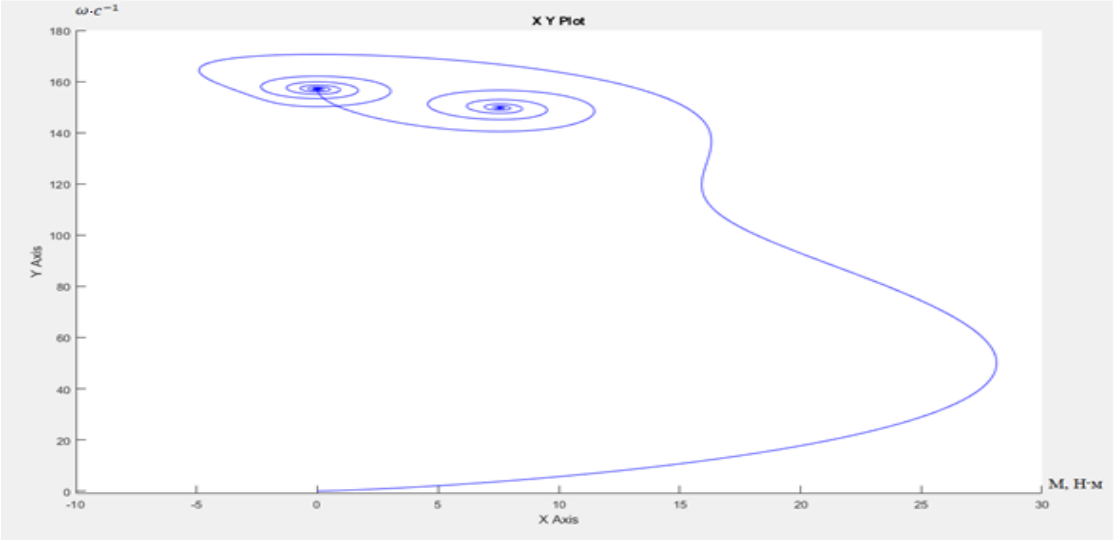


Рис. 5 – Динамическая механическая характеристика АИС 90S4.

Исходя из полученных данных производится выбор преобразователя частоты INSTART LCI–1.5–4B.

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты INSTART LCI–1.5–4B

Преобразователь частоты	Instart LCI-G-1.5-4B
Мощность, кВт	1.5
Номинальный ток, А	3.7
Метод управления	Скалярный Векторный с разомкнутым контуром (бездатчиковый SVC) Векторный с обратной связью (с энкодером, VC)
Номинальное входное напряжение, В	380
Тип подключаемого электродвигателя	Трехфазный асинхронный с КЗР
Встроенные расширенные функции	2 таймера, счетчик импульсов, длины, расстояния, 2 набора параметров для двух разных электродвигателей, виртуальное реле задержки времени, быстрое ограничение тока, отслеживание скорости перед запуском, встроенное ПИДрегулирование, функция автоматического останова преобразователя частоты по достижении заданного времени, компенсация отклонения скорости, вызванного повышением нагрузки.
КПД, %	97
Защитные функции	Аппаратная защита осуществляет более высокое быстродействие при токовых перегрузках по сравнению со стандартной программной защитой.
Степень защиты	IP54
Несущая частота, кГц	0.5 - 16

На основе рассчитанных значений был промоделирован пуск двигателя с векторным управлением и нагрузкой.

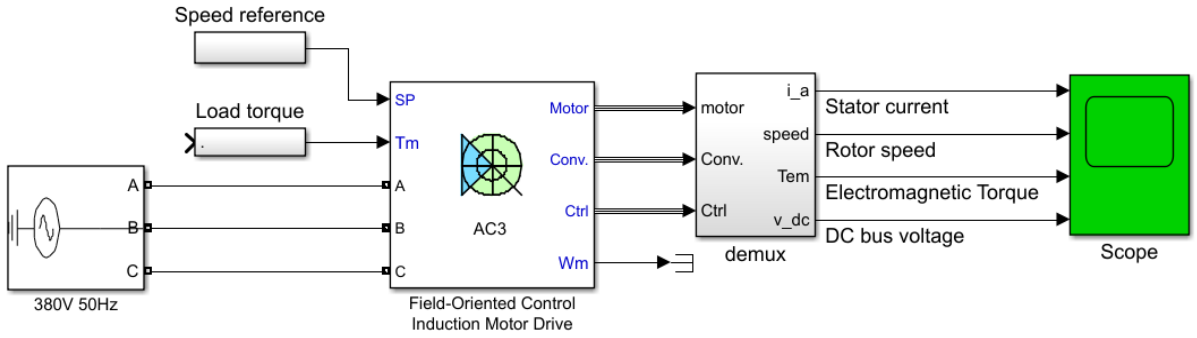


Рис. 6 – Структурная схема асинхронного электродвигателя с векторным управлением.

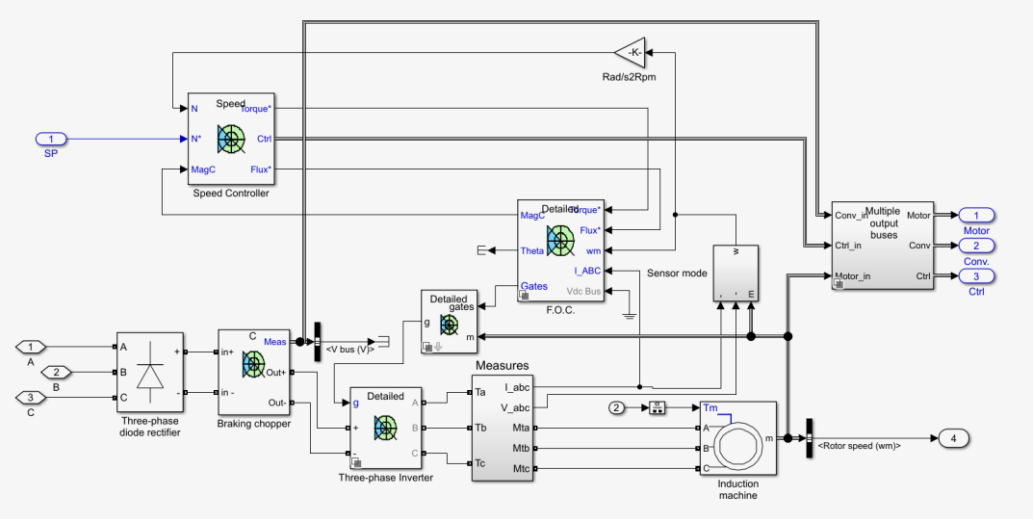


Рис. 7 – Модель векторного управления асинхронного электродвигателя.

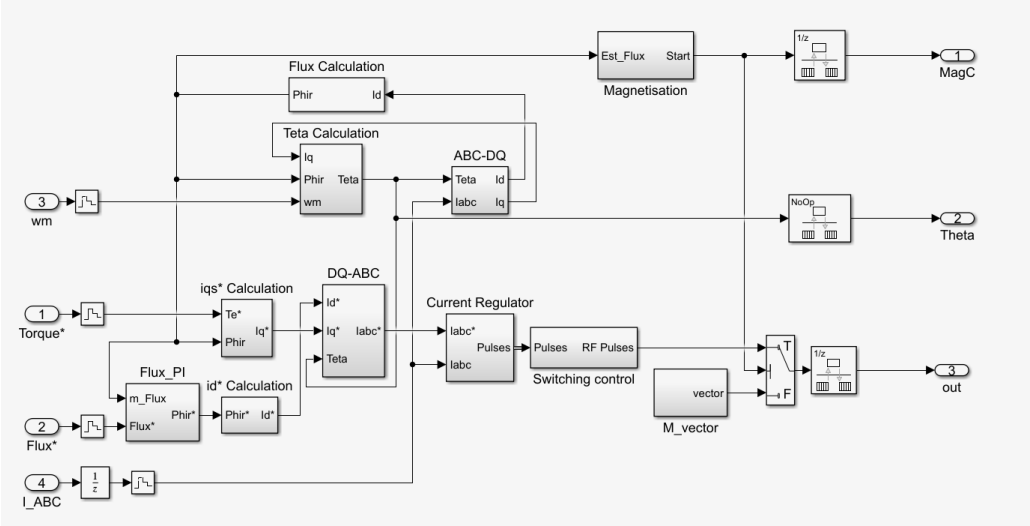


Рис. 8 – Модель блока Field–Oriented Control (векторное управление).

Результаты моделирования представлены на рисунке 9.

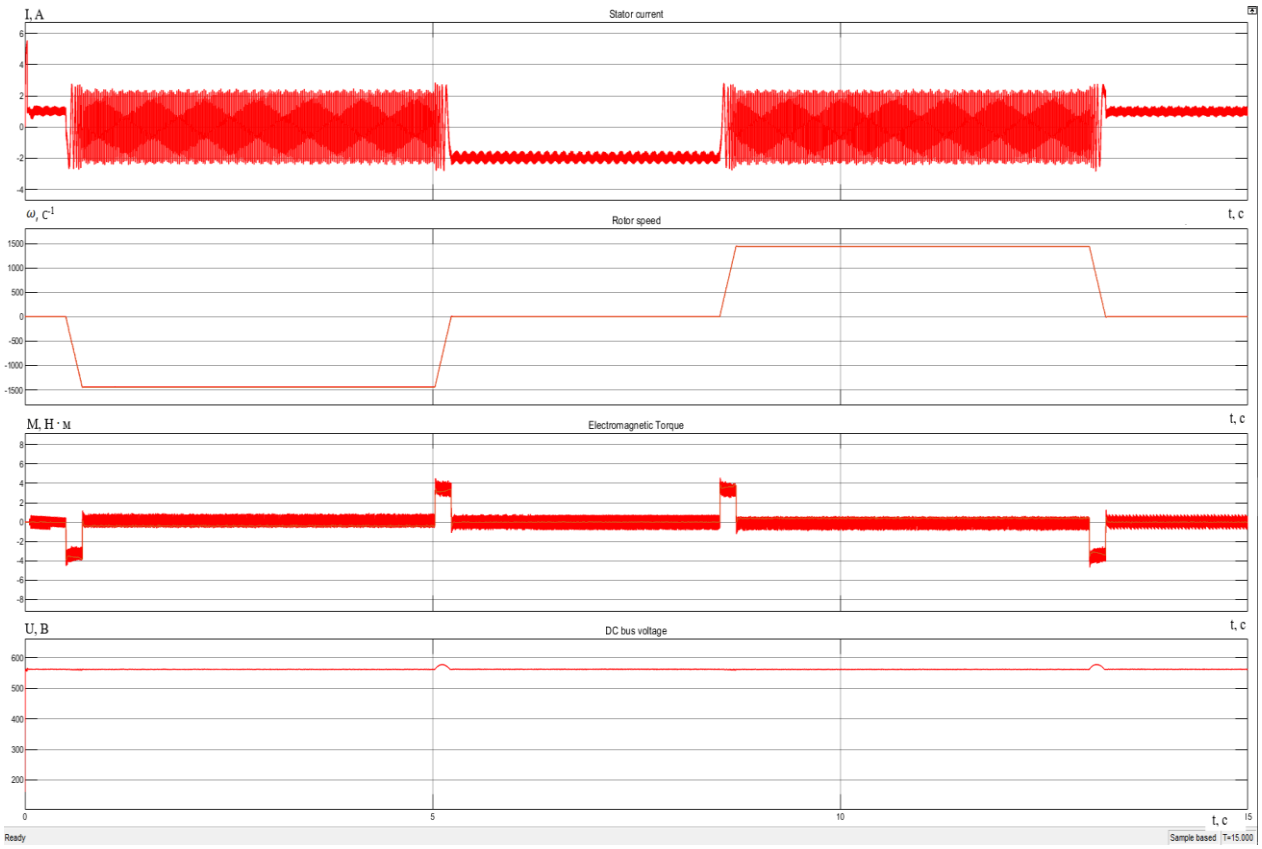


Рис. 9 – Результат моделирования векторного управления асинхронным электродвигателем АИС 90S4

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что система управления асинхронного электродвигателя рассчитана верно и работает правильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Electrodvigatel.ORG [электронный ресурс] – режим доступа – URL: electrodvigatel.org/about_us (дата обращения: 21.03.2025).
2. Реквизиты компании ООО «Агрегат – Юг» [электронный ресурс] – режим доступа – URL: electrodvigatel.org/rekvizity–kompanii–ooo–agregat–ug–blog (дата обращения: 21.03.2025).
3. Интернет портал bonds.finam.ru [электронный ресурс] – режим доступа – URL: bonds.finam.ru/issue/details0402300008/default.asp (дата обращения: 21.03.2025).

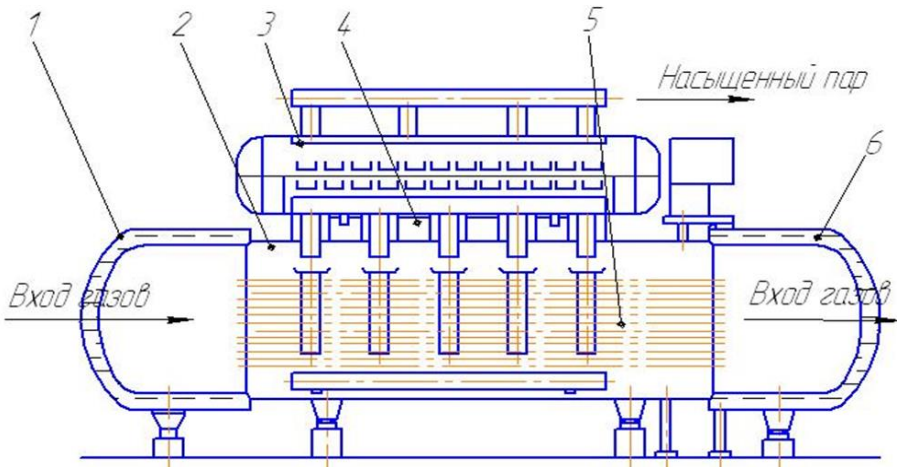
ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ВОДЫ В БАРАБАНЕ КОТЛА–УТИЛИЗАТОРА ЗА ПЕЧЬЮ ОТЖИГА СПЦ–1 АО «ОЭМК»

Сабынин А.М, студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Халапян С.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В Сортопрокатном цехе №1 АО «ОЭМК» производят высококачественный прокат из конструкционных, подшипниковых, трубных, рессорно–пружинных и других марок сталей.

Котёл–утилизатор, установленный за печью отжига, используется для утилизации тепла отходящих газов и превращения его в полезную энергию. Этот процесс обеспечивает повышение энергоэффективности и снижение выбросов в атмосферу.

Структурная схема котла–утилизатора типа Г–1030Б представлена на рисунке 1.



1 – входная газовая камера; 2 – нижний барабан; 3 – верхний барабан;
4 – сепарационное устройство; 5 – дымогарные трубы; 6 – выходная камера
Рис. 1 – Структурная схема котла–утилизатора типа Г–1030Б:

Уровень воды в котле утилизаторе Г1030П, является важным параметром для обеспечения его безопасной и эффективной работы.

Для модели Г1030П существуют следующие рекомендации:

Минимальный уровень воды составляет 30–40% от высоты водяного столба. Если уровень воды опускается ниже этого значения, это может привести к перегреву труб или даже их повреждению. Максимальный уровень воды составляет 80–90%. Перелив воды также может увеличить риск повреждения оборудования.

В ходе работы котла–утилизатора горячие дымовые газы отводятся из печи отжига и направляются в котёл–утилизатор. Температура этих газов может достигать 700–1000°C. Газы проходят через систему теплообменников внутри котла. В теплообменниках газы передают своё тепло рабочему телу (воде). Вода, непрерывно подаваемая в котёл, нагревается до состояния насыщенного пара. Охлаждённые дымовые газы (температурой 150–200°C) направляются в систему очистки и дымовую трубу.

Для осуществления регулирования и контроля за параметрами работы котла–утилизатора, на щите контроля КИПиА установлены следующие приборы автоматического контроля, которые определяют основные технологические параметры.

Система регулирования уровня воды в барабане котла–утилизатора, установленная на данный момент морально и физически устарела не отвечает современным требованиям.

Основным недостатком системы автоматизации отсутствие автоматического регулирования уровня воды в барабане котла–утилизатора, вследствие чего возможны частые

остановки и запуски котла, требуется постоянное участие персонала, что приводит к увеличению затрат на персонал, повышает вероятность ошибок из–за человеческого фактора.

Основной задачей модернизации является обеспечение надежной работы котла утилизатора за счет внедрения современной системы автоматического регулирования уровня воды в барабане котла утилизатора.

Функциональная схема автоматического регулирования уровня воды в барабане котла–утилизатора Г–1030Б представлена на рисунке 2.

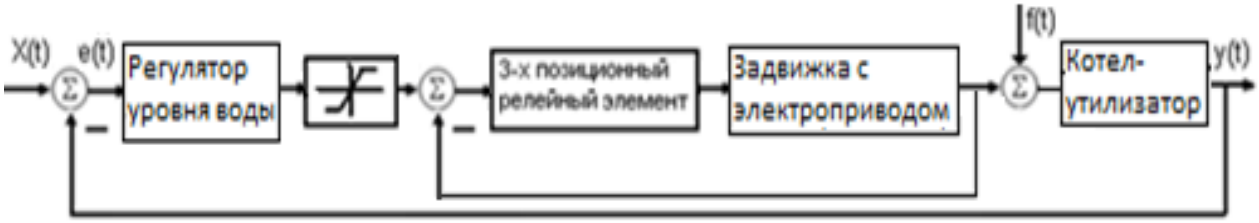


Рис. 2 – Функциональная схема котла–утилизатора типа Г–1030Б

На данной схеме не обозначены датчики, которыми ввиду их малой инерционности можно пренебречь.

Для определения оптимальных параметров регулятора необходимо осуществить моделирование полученной системы. Такое моделирование произведем с помощью программы Matlab. Модель контура регулирования уровня воды в барабане котла представлена на рисунке 3.

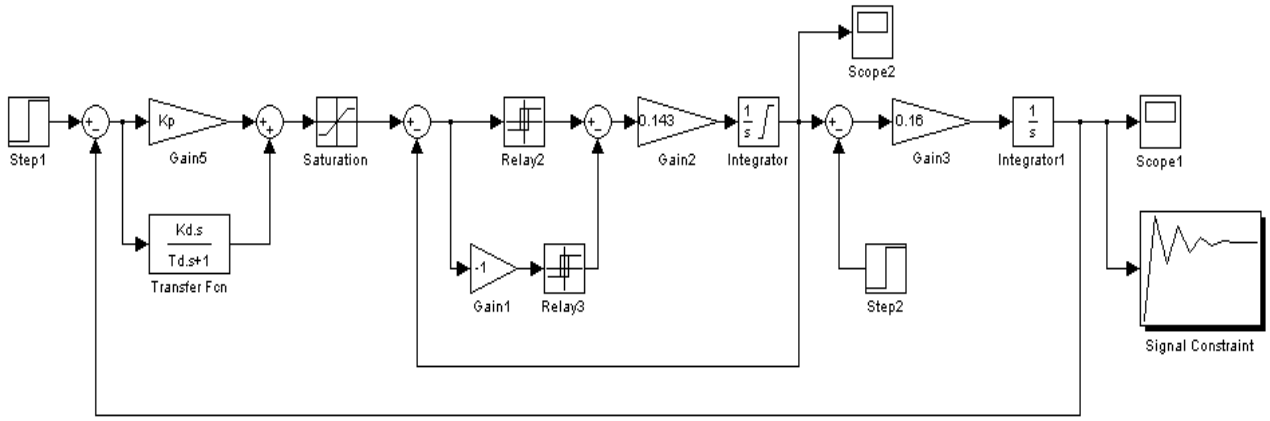


Рис. 3 – Математическая модель контура регулирования уровня воды в барабане котла

Проведённый анализ существующей системы выявил её недостатки, такие как отсутствие автоматического регулирования уровня воды в барабане котла утилизатора. Для устранения выявленных недостатков предложена модернизация существующей системы управления, разработана структурная схема контура регулирования уровня воды и математическая модель системы управления в среде MATLAB.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.2.009–2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения – М: Стандартинформ, 2017 – 17с.

2. ГОСТ 12.0.003–2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – М: Стандартинформ, 2015 – 16с.

3. ГОСТ 12.4.011 «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» – М.: Издательство Юрайт, 2015 – 183с.

4. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для СПО/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – 2 –е изд., испр. и доп.. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 386с.

5. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. – 2–е изд., испр. и доп. – М. : ФОРУМ, ИНФРА–М, 2018. – 224 с.
6. Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности: учебник / В.Ю. Микрюков. – 10–е изд., перераб. и доп. – Москва : КНОРУС, 20.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Савельев Д.А., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент **Моторина Н.П.**
Старооскольский технологический институт им. А.А.Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В работе рассмотрен объект системы водоснабжения поселка Свердловской области на базе подземных источников водоснабжения. Предусматриваются на автоматической станции водоподготовки: водозаборное оборудование; технологическое оборудование водоподготовки с трубной обвязкой; насосная станция второго подъема; резервуары чистой воды (РЧВ); накопительная емкость хозяйственно–бытовых стоков; накопительные емкости ливневых стоков; водопроводные сооружения и сети канализации; магистральный водопровод и др. (рис.1)

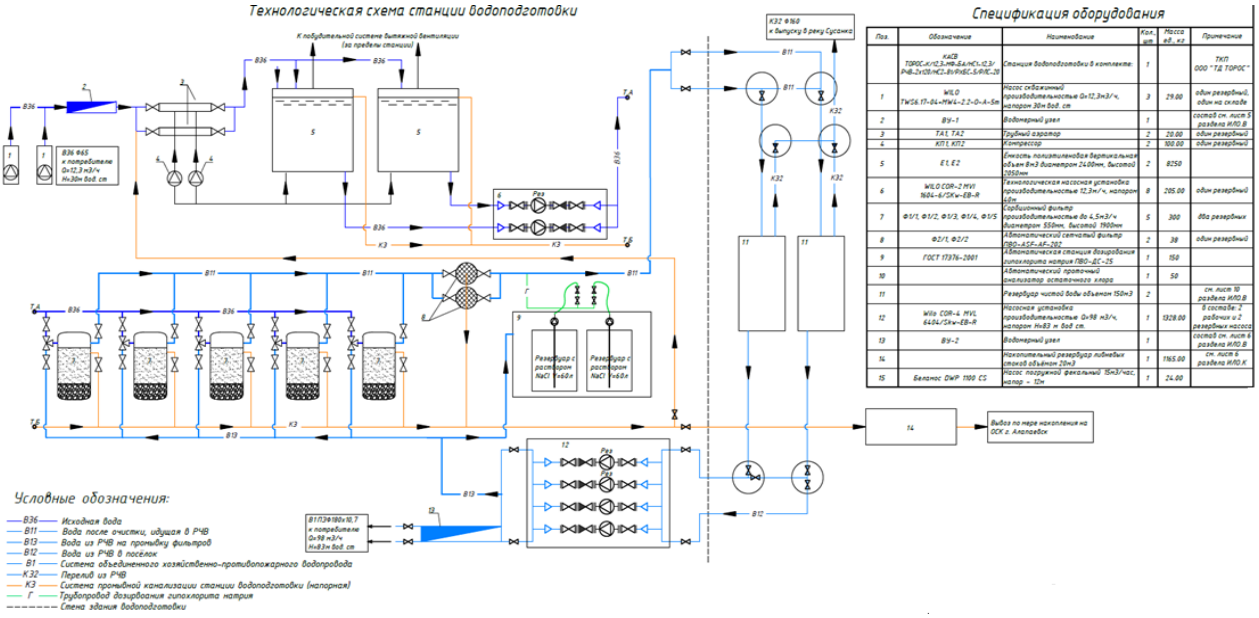


Рис. 1 – Технологическая схема станции водоподготовки

Оборудование второго подъема. Для подачи воды из емкостей 8 м^3 предусмотрена технологическая насосная установка Wilo производительностью 12,3 м^3/ч, напором 40 м вод. ст., состоящей из двух вертикальных насосов, включающей гидробак и др. Автоматикой насосной станции предусмотрена защита насоса от сухого хода и перегрева. Насос включается/выключается в зависимости от разбора воды. Гидробак насосной станции снижает частоту включений при малых значениях расхода. Запуск насосов второго подъема осуществляется в автоматическом режиме при падении давления в системе, при увеличении водоразбора. Выключение насосов второго подъема произойдет при достижении минимального уровня воды в РЧВ. Регулируемый привод обеспечивает для каждого насоса равномерную наработку по времени. Пуск резервного агрегата предусмотрен автоматически при аварии одного из рабочих насосов, в случае аварии резервного насосного агрегата в работу автоматически включится второй резервный агрегат. Расход воды на отпуск в город регистрируется за счёт установки счетчика холодной воды на выходе из здания водоподготовки [1].

Определение проблемы. В связи с введёнными санкциями и невозможностью приобрести насосную станцию фирмы Wilo было принято решение пересчитать параметры насосной станции второго подъема, адаптировав её под более доступные модели насосов, а также упростить систему управления электродвигателя вертикальных центробежных насосов.

Расчет мощности и выбор электродвигателя. Определена мощность двигателя насоса $P_н = 2,2$ кВт. Ближайший по номинальному значению мощности электродвигатель (вертикальный насос) имеет значение равное 3 кВт. На основании данных о мощности, производительности и напора выбираем насоса фирмы CNP модель CDL12–4. Стандартное применение подразумевает использование для подачи воды, фильтрации и перекачки воды в системах водоснабжения, повышение давления в магистральном трубопроводе, повышение давления в системах водоснабжения высотных зданий [1,2].

Расчет схемы замещения двигателя и моделирование. Выполнен расчет параметров Т–образной схемы замещения выбранного двигателя; параметры приведения Т–образной схемы замещения двигателя к Г–образной. Получены активные и индуктивные сопротивления статора; приведенные активные и индуктивные сопротивления ротора; сопротивления рассеяния фаз статора и ротора; сами индуктивности цепей статора и ротора. По векторной диаграмме для асинхронного двигателя записано выражение для E_1 – ЭДС ветви намагничивания, наводимой магнитным потоком воздушного зазора в обмотке статора в номинальном режиме. По значению ЭДС определили реактивное сопротивление ветви намагничивания и индуктивность. В конце этапа проведена проверка правильности расчетов.

В системе MATLAB / Simulink выполнено моделирование прямого пуска двигателя. Полученные графики тока статора, скорости ротора и момента двигателя от времени подтверждают правильность расчетов параметров схемы замещения и адекватность модели двигателя [3].

Подбор преобразователя частоты. Для обеспечения управления электродвигателями вертикальных центробежных насосов необходимо подобрать преобразователь частоты (ПЧ) и метод управления им. ПЧ подбирается по значению мощности двигателя и номинальному току. Выбран преобразователь частоты ESQ–600 мощностью 3,7 кВт и скалярный принцип управления двигателем. Управление асинхронным электродвигателем по принципу скалярного управления заключается в регулировании параметров напряжения U и частоты f по закону $U/f^2 = const$. При работе с насосом, требующим постепенного увеличения давления, можно использовать простой метод скалярного регулирования, несмотря на некоторые недостатки, такие как сложности в управлении моментом асинхронного электродвигателя в динамическом режиме.

Моделирование электропривода центробежных насосов. По итогам выполненных расчетов было выполнено моделирование предлагаемой системы электропривода в пакете MATLAB / Simulink. По результатам моделирования насосной установки были построены графики тока статора, скорости вращения ротора и момента на валу двигателя от времени. Электродвигатель плавно разгоняется до номинальной скорости вращения, работает с номинальной скоростью, затормаживает и насос полностью останавливается [2,3].

Выводы. При пуске ток не превышает перегрузочную способность ПЧ, а номинальные значения соответствуют паспортным данным электродвигателя. Также значения скорости вращения соответствуют расчетным. Двигатель не достигает критического значения электромагнитного момента, а в режиме при отсутствии динамической составляющей значение момента соответствует паспортным данным. Можно сделать вывод, что разработанная система работает, выполняя все предписанные требования плавности и стабильности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. / Н. Н. Абрамов [Электронный ресурс] – https://djvu.online/file/3koJSDBmoqRv0 (дата обращения: 25.09.2024).

2. Методика расчета электродвигателя для насоса [Электронный ресурс]. – https://ence–pumps.ru/podbor_raschet_nasosov/ (дата обращения: 14.02.2025).

3. Мощинский Ю.А., Беспалов В.Я., Кирякин А.А., Определение параметров схемы замещения асинхронной машины по каталожным данным. – Электричество, 1998, № 4

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕЖЗОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Савостин Н.В., аспирант
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Фомин А.В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение

Металлургия является важной энергоемкой производственной отраслью. На одной из стадий производства используются печи нагрева металла. Это технологически сложные объекты, в них много параметров которые в той или ной мере зависят друг от друга (рис 1).

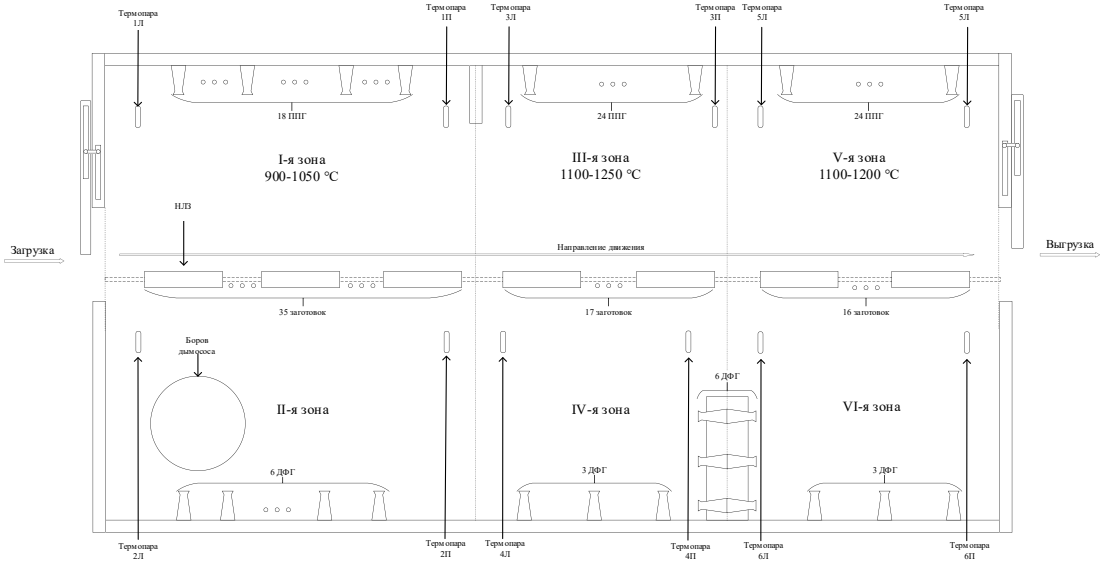


Рис. 1 – Схема печи нагрева металла

В печи 6 зон, каждая из которых управляется своим ПИД-регулятором. Данная печь потребляет большое количество энергоресурсов [1]. Именно поэтому задача экономии топлива играет важную и актуальную роль [2].

В данном направлении проводится ряд исследований.

Первые направлены на физическую модернизацию печей это применение новых горелок, рекуперации энергии [3]. Недостаток — это то, что необходимо физически изменять печь, для чего необходимо полностью ее остановить.

Другие исследования направлены на повышения точности управления ПИД-регулятора с целью минимизации перерегулирования по температуре. Главный недостаток — это относительно малое количество переходных процессов на протяжении всей работы печи, чтобы был заметен эффект [4].

Третьи работы направлены на построение мат. моделей тепловых процессов внутри печи [5,6,7]. Модели с годами усложняются, но для того, чтобы описать абсолютно все процессы внутри печи необходимо большое количество времени и средств.

Наш путь решения задачи экономии топлива начался с поиска зависимости температуры от других параметров и дошел до построения модели исследуемого объекта. На пути решения в печи были найдены межконтурные взаимодействия, которые осложняют построение точной модели (рис 2).

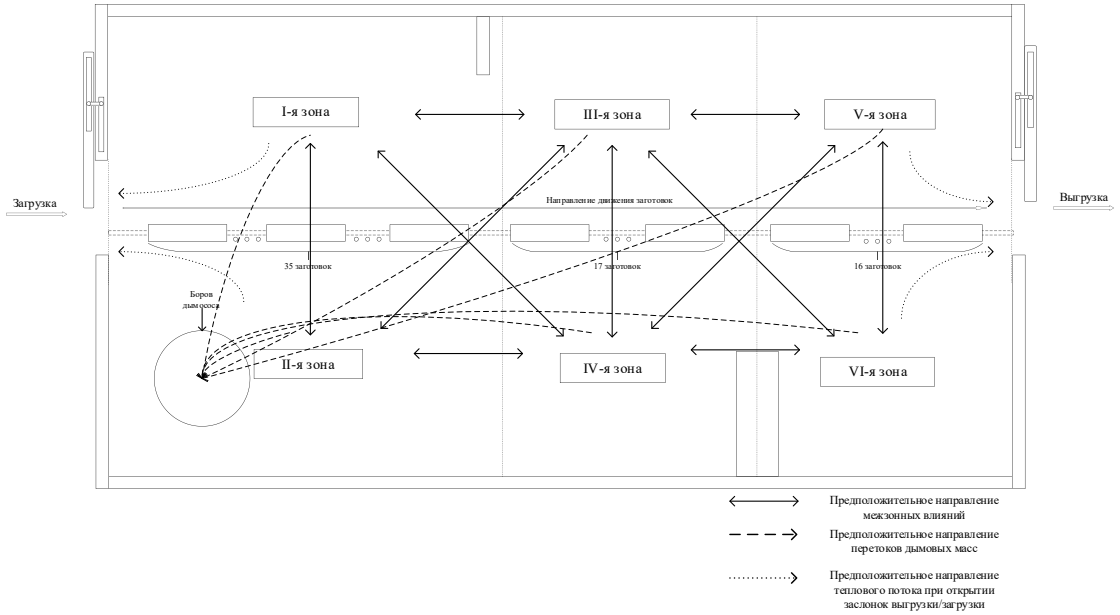


Рис. 2 – Схема межзонных влияний

Работы по данной тематике проводились с помощью различных средств [8,9,10]. Но финальным инструментом для построения модели печи были выбраны нейронные сети. Предлагалось использовать несколько различных архитектур с их различной вариацией структур.

В первом варианте предлагалось использовать нейронную сеть прямого распространения сигнала, обучающуюся методом обратного распространения ошибки. Данный вид сети предполагал наличие 19 входных параметров и 6 выходных, каждый из которых отвечал за каждую конкретную зону печи (рис 3).

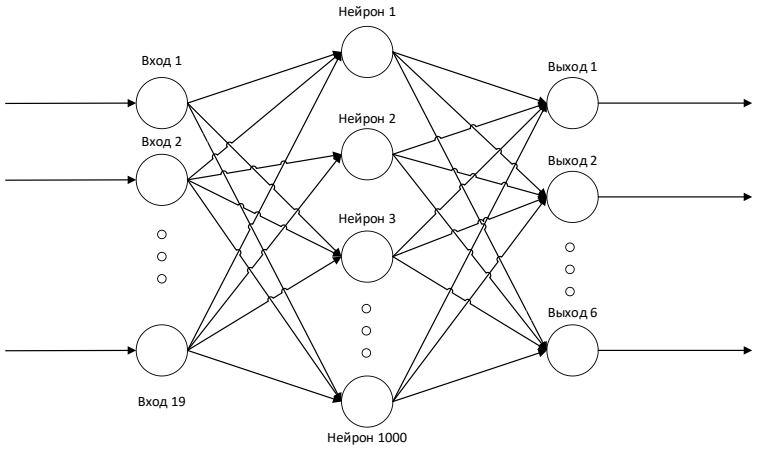


Рис. 3 – Единая модель печи

Второй вариант схож с первым, но с измененной внутренней структуры сети. Финальным вариантом должны были выступать 6 отдельных нейросетевых моделей, созданных позонно. В каждой отдельной нейронной сети имеется 19 входов и один выход, который отвечает за конкретную зону печи (рис 4).

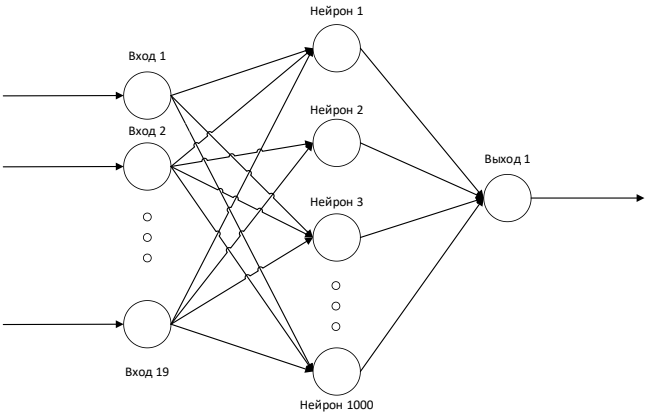


Рис. 4 – Модель одной из шести зон печи

Третий вариант нейросетевой модели подразумевал использование сети из второго варианта, но с искусственным внедрением задержек на 10,20,30 тактов для учета динамики печи.

Четвертым вариантом выступала LSTM сеть. Наличие подобного вида сети, должно было уловить динамику печи автоматически, что привело бы к улучшению модели (рис 5).

Скрытый слой в любом из вариантов нейросетевых моделей, содержал 1000 нейронов.

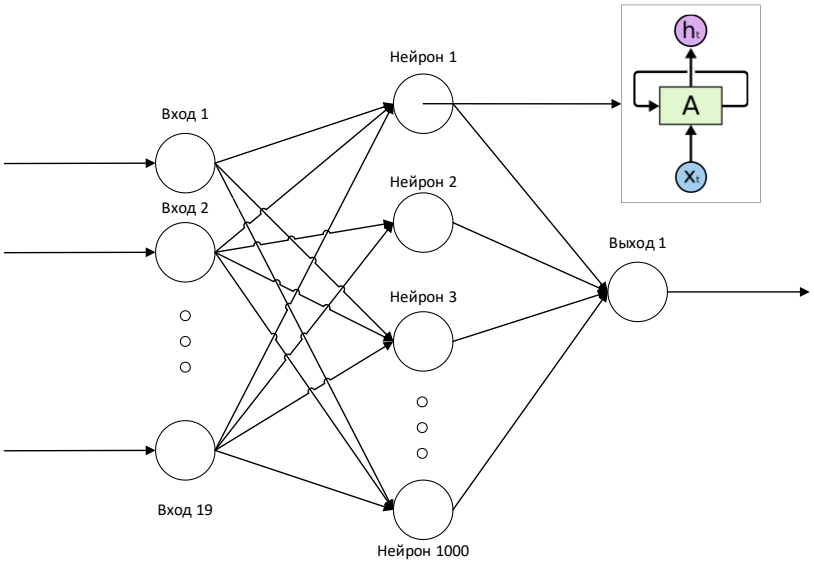


Рис. 5 – LSTM сеть с задержками

Проводились моделирования созданных нейросетевых моделей, результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Оценка качества модели по метрике MAE

Отклонение модели по метрике MAE							
	1 зона C°	2 зона C°	3 зона C°	4 зона C°	5 зона C°	6 зона C°	Усредненное по печи C°
Общая модель печи	9,5	8,2	6,4	6,6	9,3	9,6	49,6
Модель каждой конкретной зоны	12,5	13	11,7	9,5	10,2	11	67,9
Модель каждой конкретной зоны с	13,7	16,3	10,5	11,8	12,6	13,5	78,35

искусственными задержками							
LSTM модель	21,4	45,1	24,3	33,9	28,4	30,7	183,8

Вывод: Результаты исследования вполне приемлемы. Полученная общая нейросетевая модель печи нагрева металл выполняет необходимые условия для ее применимости в решении дальнейших задач. Данная модель улавливает логику работы реального объекта, а также оценка качества работы печи по метрике MAE не отклоняется больше чем на 10 градусов. LSTM сеть не дала предполагаемого результата, поэтому было принято решение отказаться от данного вида архитектуры сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков А.Б., Иванова А.А. Диагностика температурного состояния металла при его тепловой обработке в печах непрерывного действия // Металлург. 2018. № 4. С. 33-37.
2. Фомин А. В., Глущенко А. И. Повышение качества управления нагревательными печами АО" ОЭМК" путем применения табличной адаптации параметров пи-регуляторов. Improving quality of control of heating furnaces of jsc" oemk" with use of tabular adaptation of parameters of pi controllers //Металлург. – 2019. – №. 3. – с. 37-42.
3. Бирюков, А. Б. Методика прогнозирования теплотехнической эффективности использования рекуперативных горелок / А. Б. Бирюков, П. А. Гнитиев, Я. С. Власов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2018. – № 1. – С. 13-19.
4. Панферов В.И., Панферов С.В. К проблеме анализа и синтеза регуляторов в системах автоматизации металлургических печей / Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2022. Т. 22, № 3. С. 93–108
5. Фомин А.В. Математическая модель зависимости расхода газа в зонах печи от производительности прокатного стана. / Металлург. 2023. № 2. С. 111-116.
6. Фомин А. В., Жуков П.И. Построение математической модели давления в рабочем пространстве многозонной печи // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2022. – № 1. – С. 19-25. – DOI 10.25791/asu.1.2022.1339.
7. Жуков П. И., Глущенко А. И., Фомин А. В. Модель для прогнозирования температуры заготовки по ретроспекции ее нагрева на основе бустинга структуры «случайный лес» // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2020. Т. 18, № 4. С. 11–27.
8. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И. О применении нейросетевого оптимизатора параметров ПИ-регулятора для управления нагревательными печами в различных режимах работы // Управление большими системами. 2015. № 56. С. 143-175.
9. Петров И.М., Иванцова А.Б., Шишкова С.Г., Кузнецов А.М. Практика применения нейросетевого моделирования в металлургии / В сборнике: Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации. Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 55-60.
10. Fomin A., Savostin N., Zhukov P. Model of Dependence of Zone Gain from Technological Parameters of Multizone Heating Furnace Using Regression and Neural networks //2023 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – IEEE, 2023. – С. 575-580.

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА ДЛЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

Сверчкова К.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Основина О.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В современном образовательном пространстве рабочие программы дисциплин (РПД) играют ключевую роль, определяя содержание, структуру и методы обучения. Она определяет цели и задачи изучения дисциплины, содержание учебного материала, формы контроля и оценки знаний студентов, требует учета множества регламентов и нормативных документов: федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), профессиональных стандартов. РПД является ключевым документом, определяющим цели, содержание, методы и результаты обучения. Однако, традиционные подходы к разработке РПД зачастую приводят к созданию слабо структурированных и трудно анализируемых документов, что затрудняет их эффективное использование в образовательном процессе и их разработка и актуализация часто сопровождается проблемами, связанными с отсутствием единой формализованной структуры, сложностью согласования изменений и дублированием информации.

Онтологический инжиниринг представляет собой дисциплину, занимающуюся разработкой и применением онтологий – формальных спецификаций концептуализации предметной области [1]. Применение методов онтологического инжиниринга позволяет создавать структурированные и семантически богатые структурированные модели, которые могут быть использованы для представления знаний о структуре и содержании учебной дисциплины, автоматизации различных процессов, связанных с разработкой и использованием РПД, а также для интеграции с другими системами. Применение онтологического моделирования позволит унифицировать описание РПД, обеспечить семантическую согласованность и автоматизировать процессы анализа и модификации учебных программ в рамках направления подготовки.

В настоящее время существует ряд исследований, посвященных применению онтологий в образовании. Однако, анализ научной литературы показывает, что задача формализации структуры и содержания РПД с использованием методов онтологического инжиниринга остается недостаточно исследованной.

В направлении подготовки бакалавриата 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, характеризующимся высокой динамикой развития технологий и знаний, разработка и актуализация РПД представляет собой трудоемкую и требующую высокой квалификации задачу [2].

Актуальность разработки онтологической модели РПД для направления Автоматизация технологических процессов и производств обусловлена необходимостью обеспечения единообразного представления данных и знаний, что позволяет осуществлять автоматизированный анализ и обработку разнородной информации, сокращением трудозатрат на создание и модификацию РПД за счет использования автоматизированных инструментов, созданием условий для персонализированного обучения, учитывающего индивидуальные потребности и уровень подготовки студентов.

Для достижения поставленных целей в работе используется методология онтологического инжиниринга для моделирования РПД, включающая следующие этапы:

– анализ предметной области – изучение структуры РПД, нормативных документов и требований, а также требований профессиональных стандартов в области автоматизации;

– выделение классов и свойств – формализация ключевых сущностей и их атрибутов, включая специфические для описываемого направления подготовки;

– определение отношений – установление связей между классами, отражающих специфику предметной области;

– верификация онтологии – проверка корректности модели экспертами, включая представителей промышленности и преподавателей с опытом работы в области автоматизации;

– реализация в формате OWL или RDF – создание машинно–читаемого представления онтологии [3].

Онтологическая модель строится на основе анализа федеральных государственных образовательных стандартов и основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки бакалавриата 15.03.04, профессиональных стандартов в области автоматизации, учебного плана, рабочих программ дисциплин и ряда организационных регламентов и локальных нормативных актов университета.

На основе проведенного анализа и с использованием выбранной методологии была разработана концептуальная модель онтологии РПД для направления 15.03.04, включающая следующие ключевые классы:

– РабочаяПрограмма (WorkProgram): Представляет собой описание всей РПД. Атрибуты: идентификатор, название, год разработки, уровень образования (бакалавриат), форма обучения (очная, заочная), факультет, кафедра, разработчики;

– Раздел (Section): Описывает логически завершенную часть РПД (например, "Цели и задачи дисциплины", "Содержание дисциплины", "Фонд оценочных средств"). Атрибуты: название раздела, порядковый номер;

– Цель (Goal): Описывает цели изучения дисциплины. Атрибуты: формулировка цели.

– Задача (Objective): Описывает задачи, решаемые при изучении дисциплины. Атрибуты: формулировка задачи;

– Компетенция (Competence): Описывает компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины. Атрибуты: код компетенции, наименование компетенции, описание компетенции, связь с профессиональными стандартами (если применимо);

– Индикатор (Indicator): Описывает конкретные индикаторы, позволяющие оценить степень сформированности компетенции. Атрибуты: код индикатора, описание индикатора;

– Тема (Topic): Описывает конкретную тему в рамках учебного плана. Атрибуты: номер темы, название темы, количество часов, отводимых на изучение темы;

– ВидЗанятия (ActivityType): Описывает вид учебного занятия (лекция, практическое занятие, лабораторная работа, консультация, самостоятельная работа). Атрибуты: название вида занятия, количество часов;

– ФормаКонтроля (AssessmentForm): Описывает форму контроля знаний студентов (зачет, экзамен, контрольная работа, курсовая работа, реферат). Атрибуты: название формы контроля, критерии оценки;

– Литература (Literature): Описывает источники информации, рекомендуемые для изучения дисциплины. Атрибуты: библиографическое описание, тип источника (учебник, методическое пособие, статья, электронный ресурс);

– ТехнологическоеОборудование (TechnologicalEquipment): Описывает оборудование, используемое в технологических процессах (рабочие программы на ПК и т.д.). Атрибуты: тип оборудования, технические характеристики;

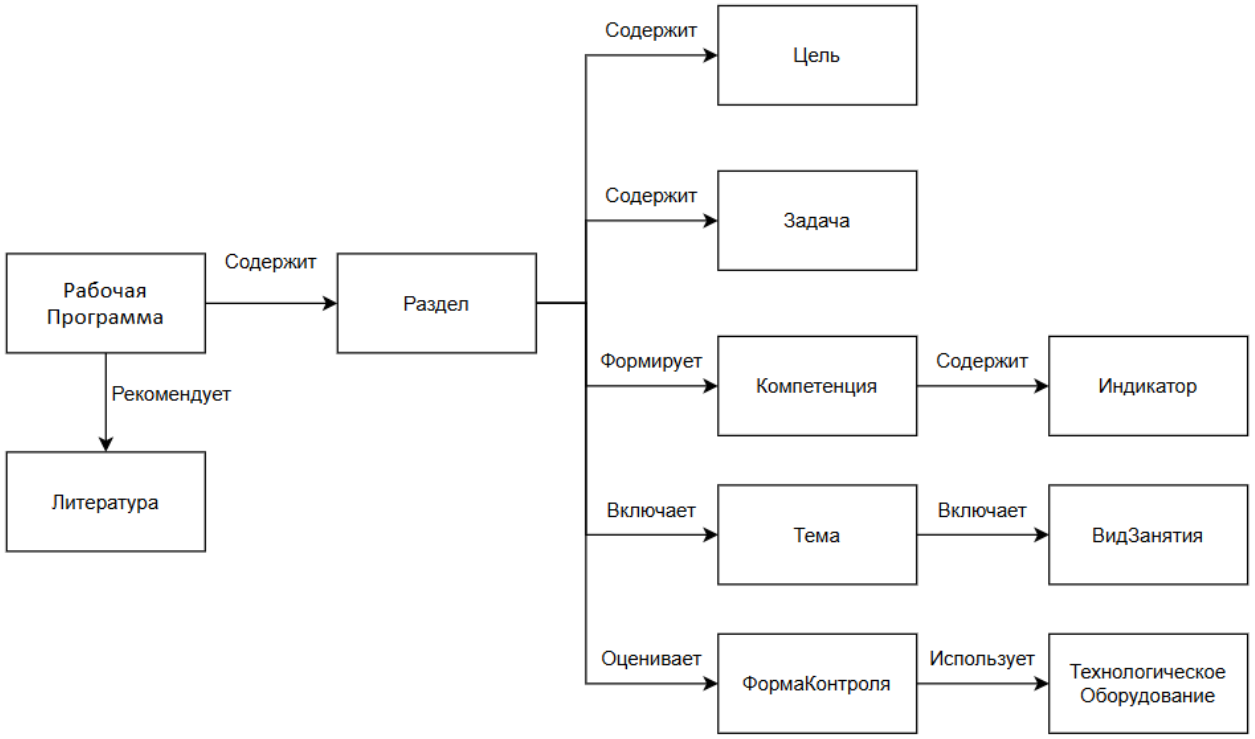


Рис. 1 – Концептуальная схема онтологии с указанием классов и отношений

Таким образом, онтологическое моделирование позволяет формализовать структуру образовательного процесса, обеспечивая единое представление знаний о дисциплинах, компетенциях, учебных планах и взаимосвязях между ними. Использование онтологического инжиниринга для построения концептуальной модели рабочих программ дисциплин обеспечивает: единое представление учебных программ, генерацию шаблонов РПД, проверку соответствия требованиям образовательных и профессиональных стандартов, возможность анализа взаимосвязей между дисциплинами и компетенциями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. – Томск: Изд–во НТЛ, 2005. 260 с.

2. Управление знаниями. Теория и практика: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Уринцов [и др.]; ответственный редактор А. И. Уринцов. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978–5–534–18720–5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/545435 (дата обращения: 08.04.2025).

3. Онтологическая модель представления знаний // Сайт факультета URL:http://fevt.ru/load/ontologicheskaja_model_znanij/124–1–0–1732, (дата обращения: 08.04.2025)

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП ГАЗОВОЙ ПЕЧИ ПОДОГРЕВА СТАКАНОВ ЭСПЦ АО «ОЭМК»

Сентяева М.Ю., студентка
Научный руководитель – доц., к.т.н. **Халапян С.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Разлив стали из промковша в кристаллизатор происходит через специальное технологическое устройство, которое называется погружной стакан. Перед установкой на промковш погружные стаканы подогревают. Технологический процесс подогрева погружных стаканов можно схематично описать в несколько основных этапов (рис.1).

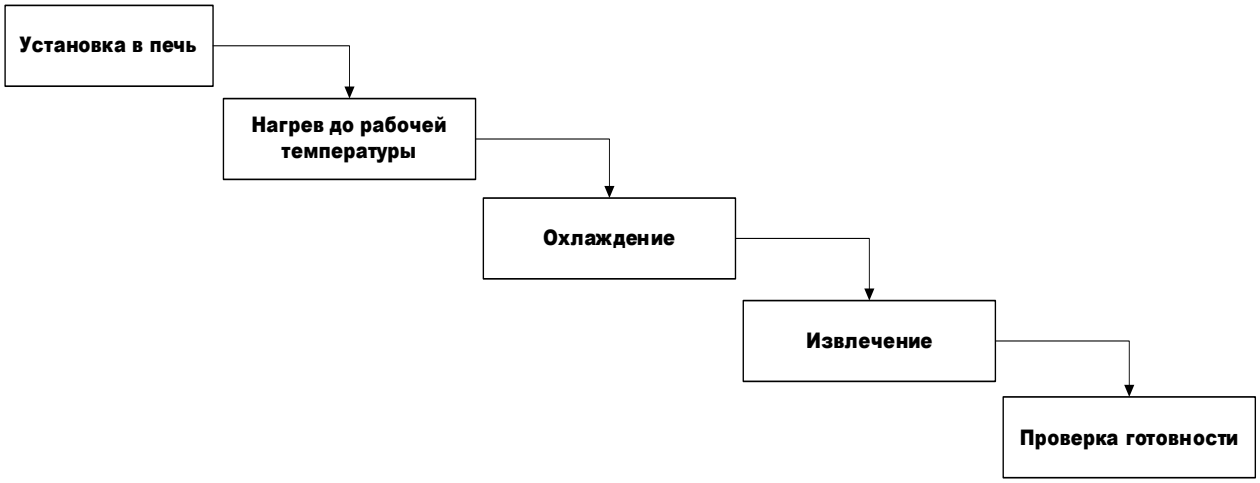


Рис. 1 – Основные этапы техпроцесса подогрева стаканов

Для подогрева стаканы помещаются в специальную печь (рис.2), которая оборудована газовым коллектором с горелками. С торца печи располагаются отверстия для установки стаканов. В донной части печи устанавливаются рассекатели факела, которые организуют равномерный и эффективный нагрев.

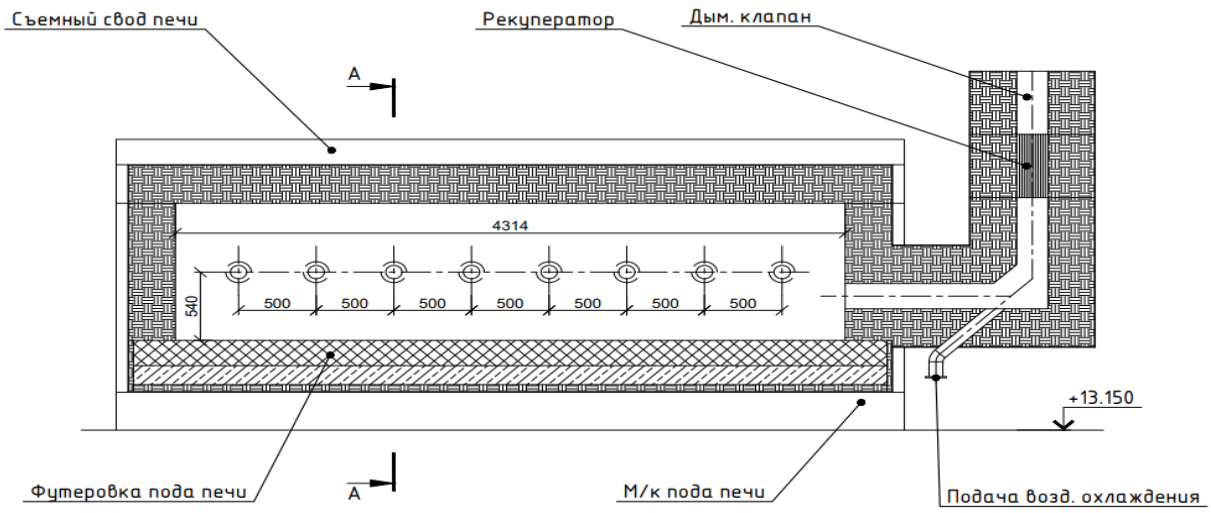


Рис. 2 – Нагревательная печь для подогрева стаканов

В качестве топлива используется природный газ, в качестве воздушной массы – цеховой воздух, подогреваемый в рекуператоре до температуры 300 °С. Подается воздух с общего воздушного коллектора при помощи вентилятора.

После достижения рабочей температуры стаканы медленно охлаждаются внутри печи, чтобы избежать резких температурных перепадов и сохранить целостность материала. После того, как процесс охлаждения будет завершен, стаканы извлекаются из печи.

Перед установкой на промковш проводится проверка стаканов на наличие дефектов, трещин или других повреждений, которые могли возникнуть в процессе нагрева или охлаждения. Дополнительно может проводиться тестирование на термическую стойкость и износостойкость для подтверждения их готовности к эксплуатации.

Установить стакан необходимо в нагретом виде, чтобы минимизировать разницу энтальпии в точке контакта с расплавом и избежать термического удара.

В настоящее время на участке осуществляется дистанционное ручное регулирование разрежения в печи, а также дистанционное ручное регулирование положения задвижек подачи воздуха и газа на горение. Для реализации управления на объекте используется следующий комплекс технических средств (рис.3).

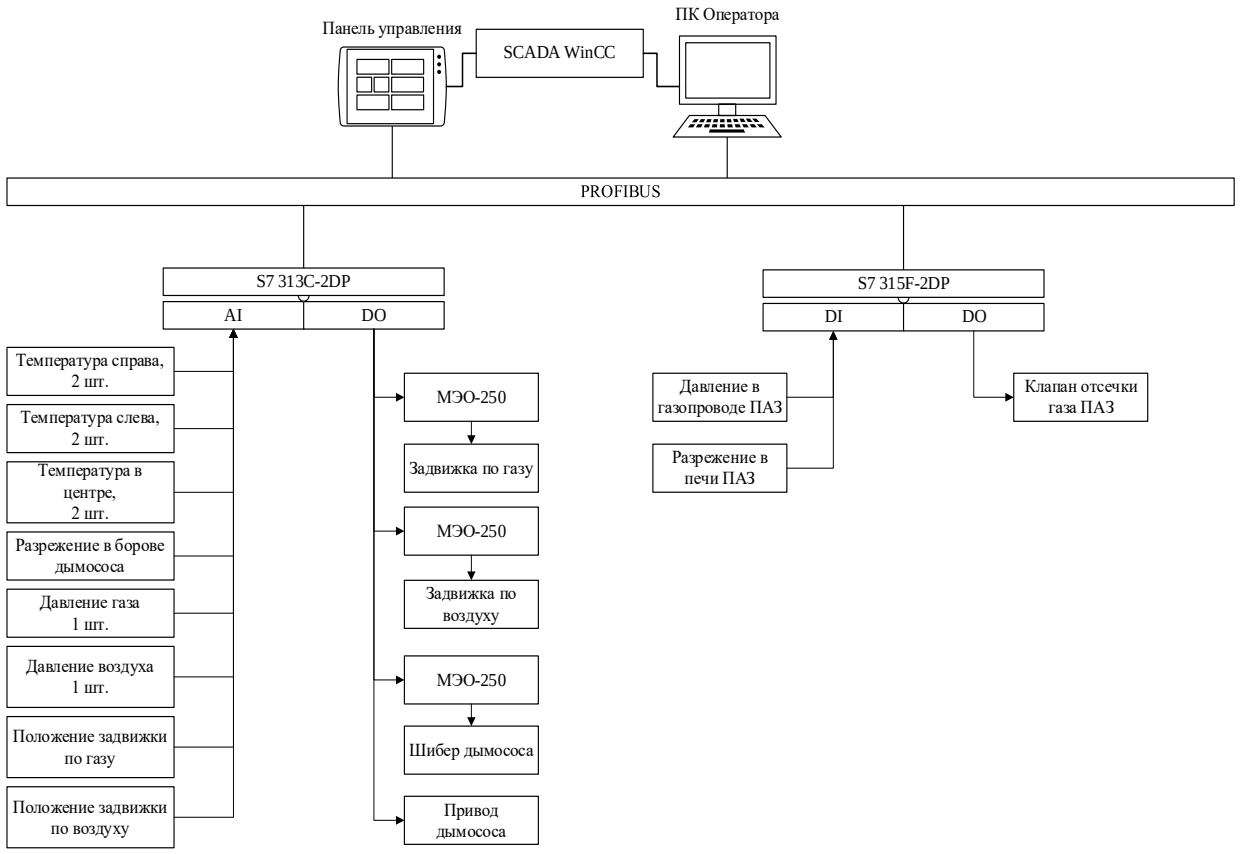


Рис. 3 – Схема действующего комплекса технических средств

Центральным недостатком действующей АСУ ТП является устаревший программируемый логический контроллер (ПЛК), который официально более не поддерживается. В результате обслуживание данного устройства удорожается с каждым годом, и требуется его замена.

Помимо этого, можно выделить следующие недостатки действующей АСУ ТП:

1. Отсутствует контур автоматического поддержания разрежения в рабочей области печи;

2. Подача воздуха на горение осуществляется воздуходувкой в номинальном режиме;

3. Измерение расходов газа и воздуха осуществляется косвенным способом через давление;

4. Основная запорная арматура на газопроводе и воздушном коллекторе имеет устаревший способ управления, а сама арматура физически изношена.

Проект модернизации действующей АСУ ТП печи подогрева стаканов предусматривает изменение КТС (рис. 4).

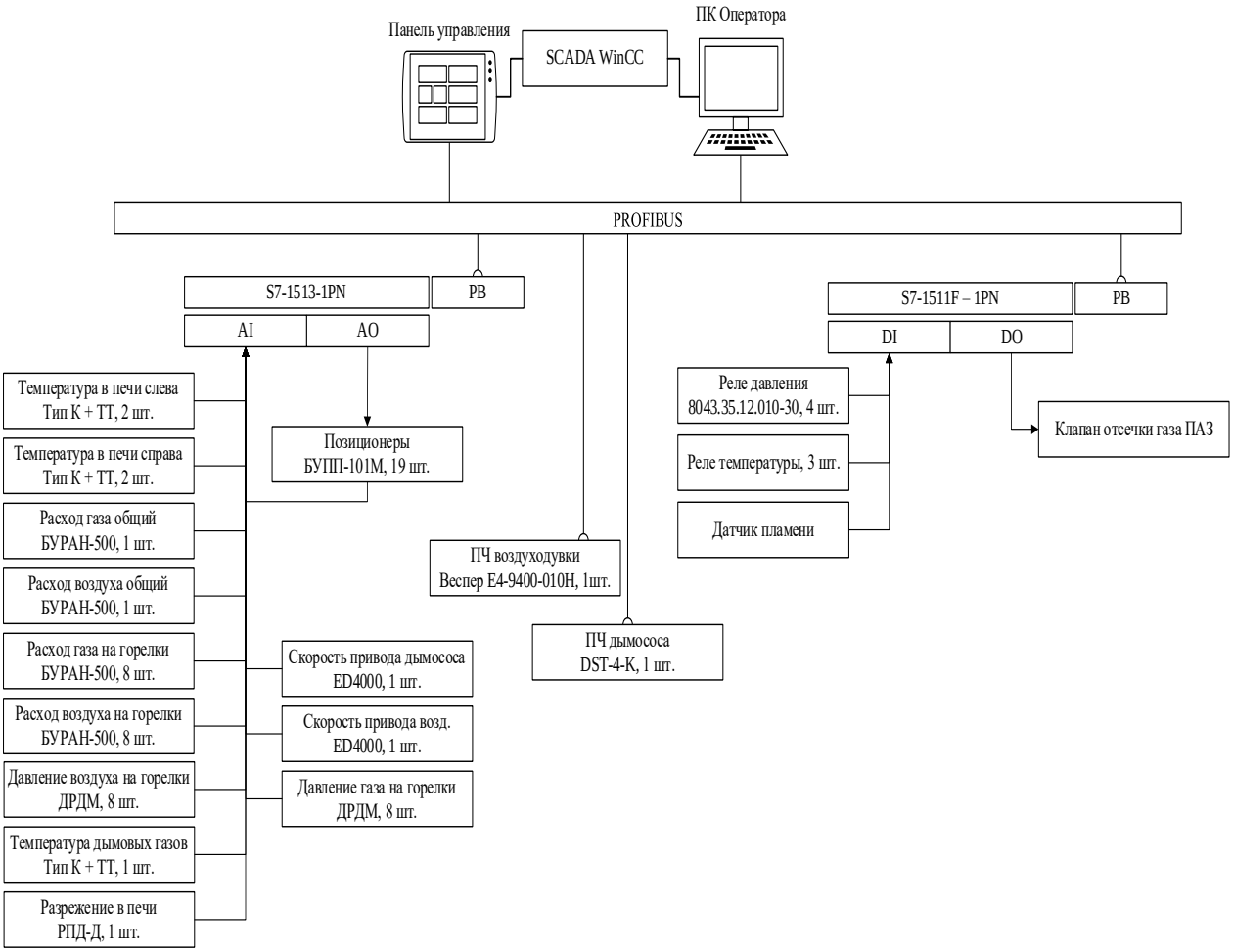


Рис. 4 – Схема обновленного КТС

На полевом уровне располагаются датчики и исполнительные механизмы. В рамках проекта модернизации предлагается установить расходомеры БУРАН–500 для измерения объемных расход газа и воздуха, подаваемого на горение. Установить обновленный датчик дифференциального давления РПД–Д и датчики давления ДРДМ.

Также, заменить предполагается МЭО на позиционеры БУПП–101М и установить на полевом уровне два преобразователя частоты: Веспер Е4–9400–010Н – для управления электродвигателем воздуходувкой; DST–4–K – для управления электродвигателем дымососа. Вместе с частотными преобразователями было решено установить также датчики скорости привода ED4000 для создания обратной связи.

Таким образом, полученная схема обновленного комплекса технических средств соответствует действующей и содержит новшества в оборудовании, которые позволят получить положительный экономический эффект в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления: учебник для СПО/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – 2 –е изд., испр. и доп.. – М.: Издательство Юрайт, 2019. –386с.

2. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. – 2–е изд., испр. и доп. – М. : ФОРУМ, ИНФРА–М, 2018. – 224 с.

РАЗРАБОТКА ИС АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСТИНИЦЫ «КОСМОС» ООО «ИВАНОВКА»

Сипулин В.И., студент
Научный руководитель – к.т.н., ассистент **Жуков П.И.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение

Актуальность автоматизации деятельности гостиницы заключается в необходимости создания удобных и собственных инструментов, которые обеспечат быстрое, надежное и качественное обслуживание клиентов и гибкость в сопровождении системы. Применение автоматизированной ИС даст возможность повысить конкурентоспособность гостиницы.

В соответствии с этим была поставлена цель – разработка системы управления гостиницей, обеспечивающую автоматизацию бронирования и учета свободных номеров, анализа клиентских предпочтений и финансовой деятельности для повышения уровня обслуживания клиентов, уровня надежности хранения данных и для оптимизации трудозатратов персонала гостиницы.

Суть предлагаемого решения

Рассмотрим деятельность гостиницы в ситуации «как есть» с помощью нотации моделирования бизнес–процессов IDEF0 [2]. На рисунке 1 изображена контекстная диаграмма этой деятельности.

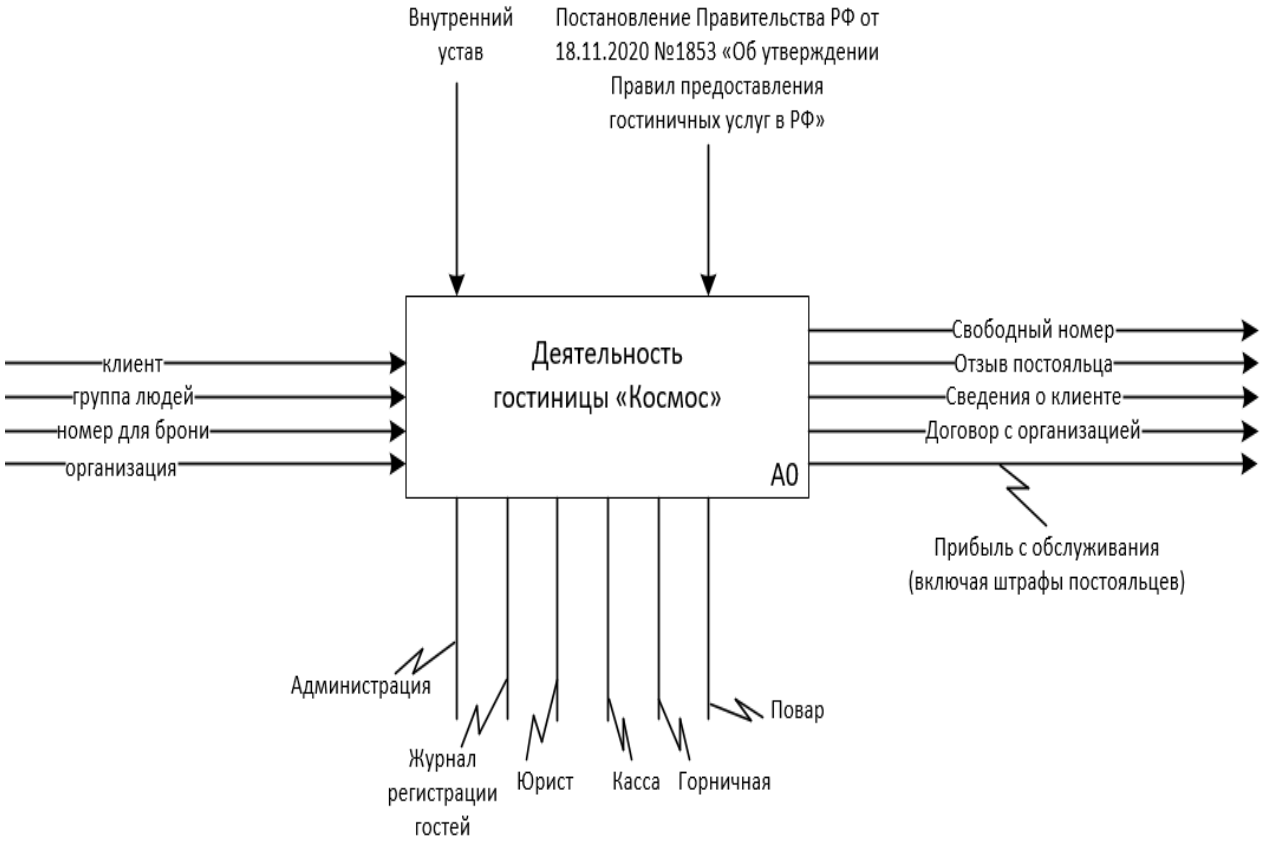


Рис. 1 – Контекстная диаграмма деятельности гостиницы «Космос»

На рисунке 2 представлена диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы.

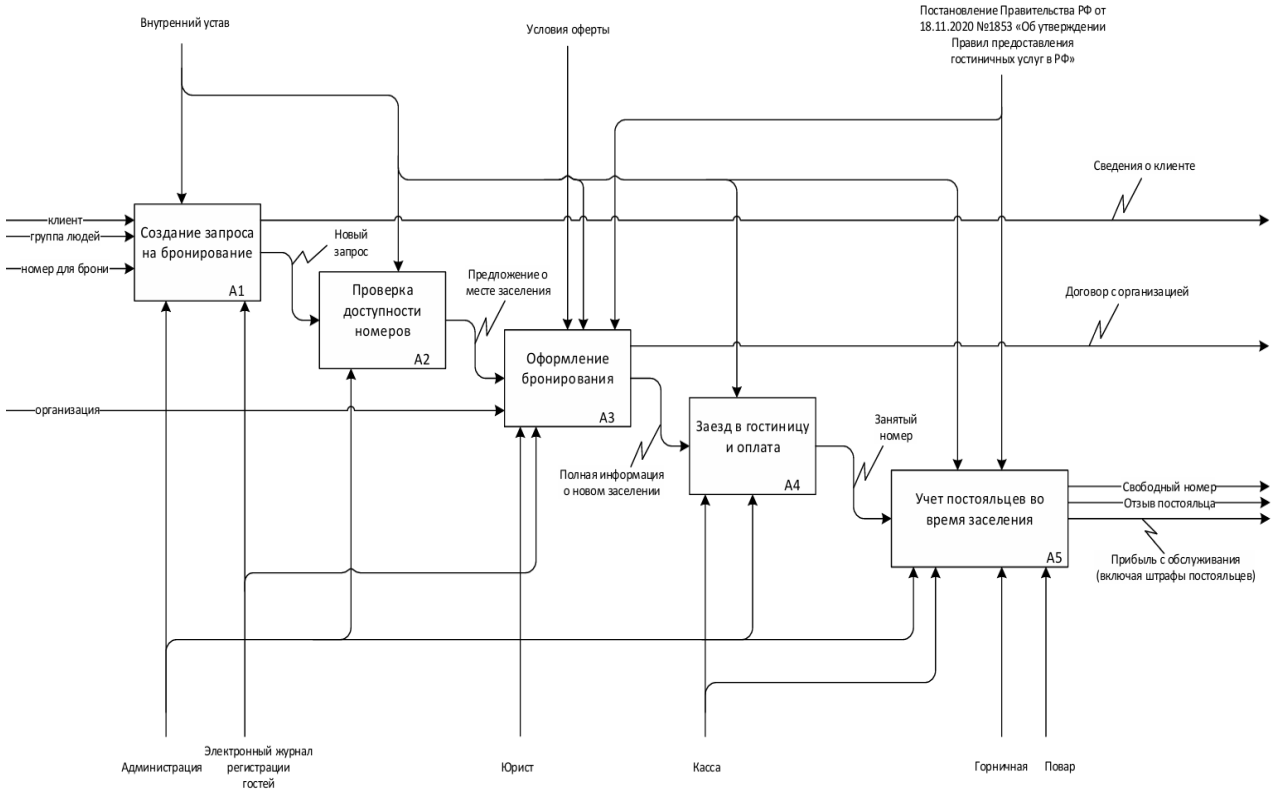


Рис. 2 – Диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы

На контекстной диаграмме определены:

1) входы процесса: клиент; группы людей; номер для брони; организация;

2) выходы процесса: сведения о клиенте; договор с организацией; свободный номер; отзыв постояльца; прибыль с обслуживания (включая штрафы с постояльцев);

3) управление: внутренний устав; постановление Правительства РФ от 18.11.2020 №1853 «Об утверждении Правил предоставления гостиничных услуг в Российской Федерации», условия оферты;

4) механизмы: администрация; электронный журнал регистрации гостей; юрист; касса; горничная; повар;

На диаграмме декомпозиции:

1) создание запроса на бронирование – клиент (группа людей от организации) инициирует бронирование, сообщая основные данные. Для этого этапа характерно следующее: сбор информации о дате, количестве гостей, типе номеров; фиксация данных в журнале регистрации; уточнение предпочтений клиента;

2) проверка доступности комнаты – администратор анализирует наличие подходящих номеров. Для этого этапа характерно следующее: проверка журнала регистрации; подбор доступных номеров с учетом пожеланий гостей; предложение альтернатив, если запрашиваемый номер недоступен;

3) оформление бронирования – клиент (группа) подтверждает выбор, а данные фиксируются в документации. Организация оформляет договор с гостиницей, чтобы получить скидку на заселение своей группы. Для этого этапа характерно внесение записи в журнал регистрации гостей. Если гость заселяется на другую дату, то он может отменить заселение не позже, чем за неделю до этой даты. Оплата проживания производится на условиях оферты;

4) заезд в гостиницу и оплата – гость заселяется в номер, а администратор фиксирует заселение в журнале. Для этого этапа характерно следующее: проверка данных бронирования администратором; оплата проживания (если не оплачено заранее); выдача ключей и отметка номера как "занят";

5) учет постояльцев во время заселения – для этого этапа характерно следующее:

а) предоставление дополнительных услуг (уборка номеров, питание и прочее из анализа предметной области);

б) фиксация всех расходов клиента, начисление суммы штрафа за просроченный срок оплаты. Не на все услуги наложены цены, по просьбе потребителя персонал без дополнительной оплаты обеспечит следующие виды услуг: вызов скорой помощи; пользование медицинской аптечкой; доставка в номер корреспонденции, адресованной потребителю, по ее получении; побудка к определенному времени; предоставление кипятка и иные услуги по усмотрению исполнителя.

Недостатки текущего уровня автоматизации гостиницы «Космос»:

– использование коробочного решения Битрикс24 в деятельности гостиницы вызывает трудности с масштабированием системы для улучшения пользовательского опыта гостей и анализа трудозатрат персонала;

– использование данного программного решения оказывает зависимость от обновлений и политики вендора, что так же усложняет оперативное внесение изменений в систему;

– отсутствие полного контроля над личными данными гостей, что создает риски информационной безопасности ИТ–оболочки гостиницы.

Рассмотрим деятельность гостиницы в ситуации «как должно быть» с помощью нотации моделирования бизнес–процессов EPC (см. рисунок 3) [1].

В системе будет предусматриваться два типа пользователя – клиент и сотрудник. К рабочим формам клиента относятся: заявка на службу быта; личный кабинет; бронирование номера в гостинице; просмотр статуса заявки на заселение с возможностью её изменения или отмены; отзыв по заселению; отзыв по услуге, купленной клиентом в гостинице. К рабочим формам сотрудника относятся: управление группами от организаций; управление договорами с организациями; управление заявками клиентов на заселения в номера; проведение покупок услуг по заявкам клиентов; управление заселением групп от организаций.

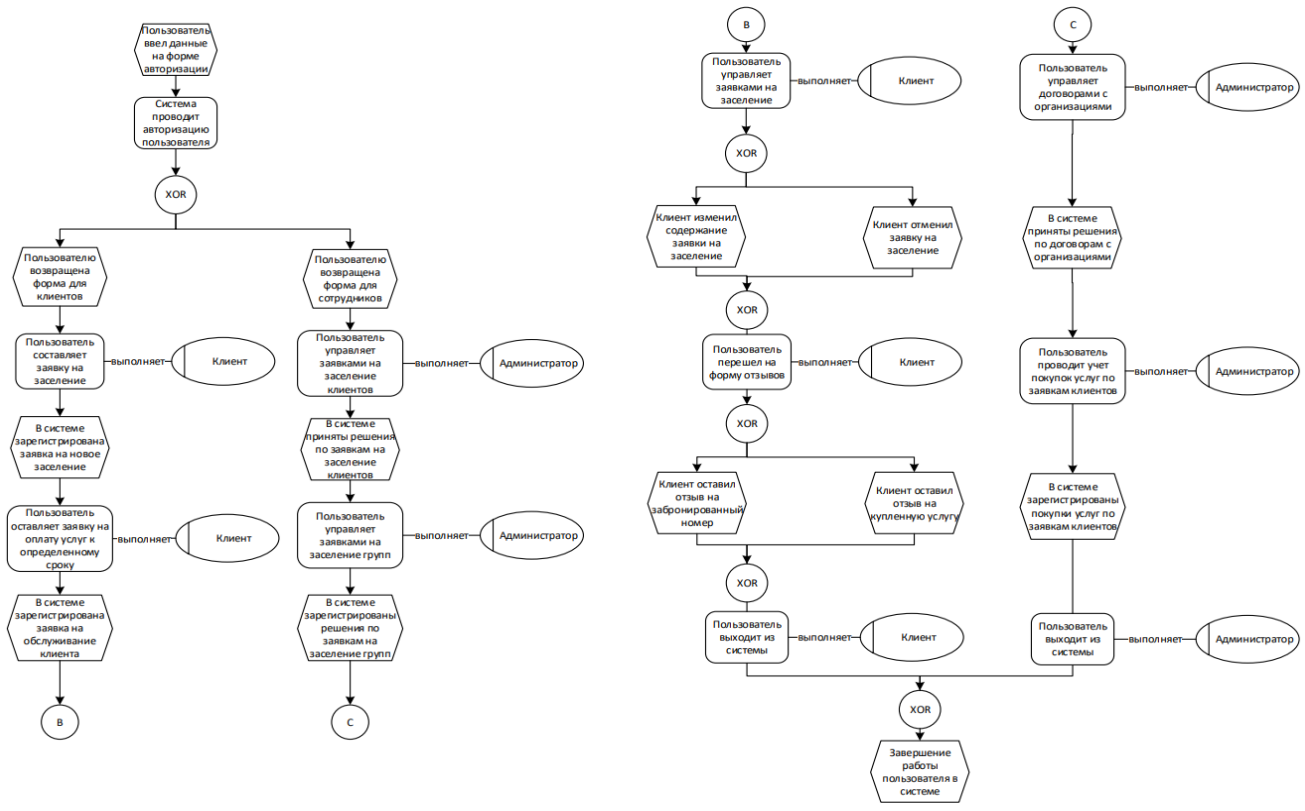


Рис. 3 – Модель ситуации «как должно быть» в нотации EPC

Модель «Сущность–связь» (инфологическая модель) в нотации Чена представлена на рисунке 4 [3].

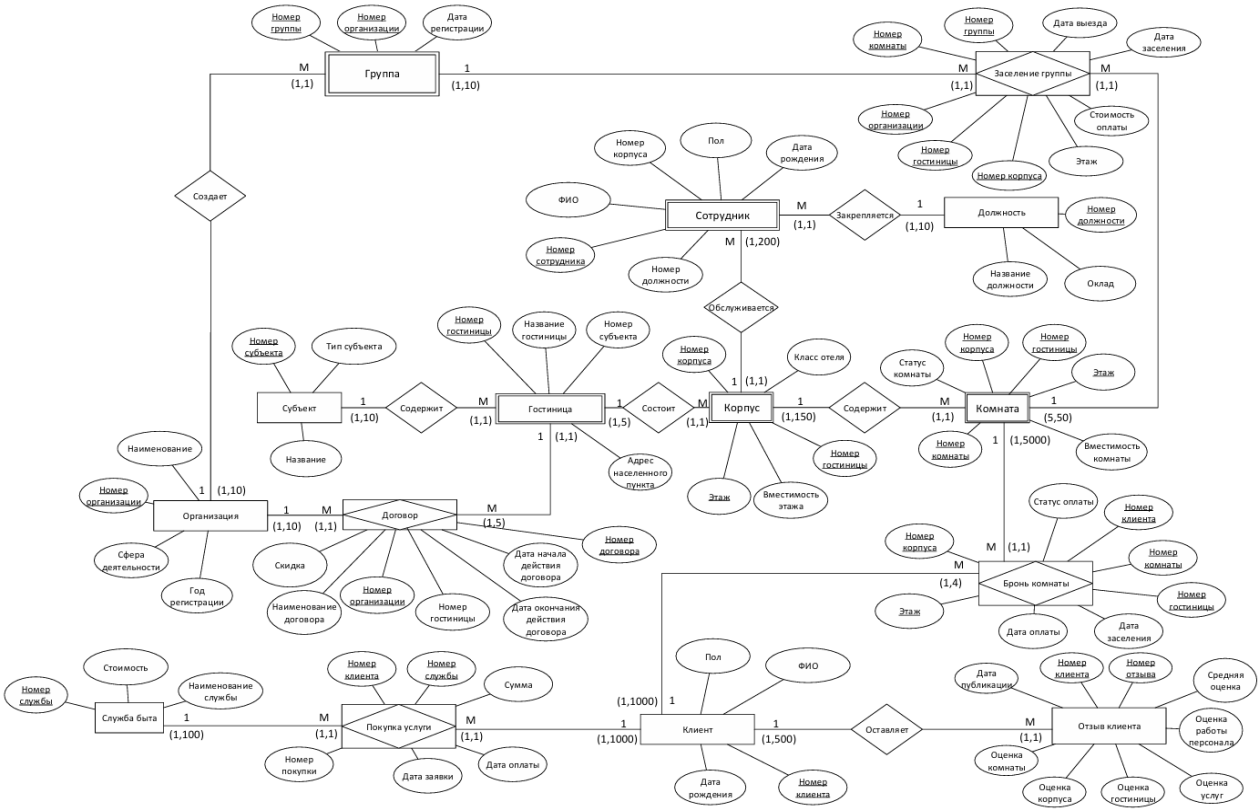


Рис. 4 – Инфологическая модель данных в нотации Чена

Итоговыми сущностями в модели являются «Заселение группы», «Бронь комнаты», «Договор», «Покупка услуги» и «Отзыв клиента».

Реализовать предложенное ранее решение можно при помощи различных технологий:

1. ASP.NET Core, с дальнейшей реализацией Web–приложения в соответствии с MVC паттерном;
2. WPF и dotNET Core, с дальнейшей реализацией клиентского приложения в соответствии с паттерном MVVM;
3. MAUI и dotNET Core, с дальнейшей реализацией мобильного приложения в соответствии с паттерном MVVM.

Система будет технически реализована в виде трехзвенной архитектуры «Клиент–Сервер», что позволит снизить нагрузку на серверную часть, сделать удобным развертывание и легким масштабирование приложения [1].

Заключение

Разработка ИС автоматизации деятельности гостиницы «Космос» ООО «Ивановка» в виде веб–приложения повысит уровень обслуживания клиентов, уровень надежности хранения данных и оптимизирует трудозатратов персонала гостиницы. Был представлен обзор на ситуацию «как есть» и «как должно быть» с использованием нотаций IDEF0 и EPC соответственно. Была разработана инфологическая модель базы данных в нотации Чена для проектируемой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зараменских, Е. П. Информационные системы: управление жизненным циклом : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Е. П. Зараменских. — 2–е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 486 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978–5–534–21416–1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/571329 (дата обращения: 02.04.2025).

2. Грекул, В. И. Проектирование информационных систем : учебник и практикум для вузов / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Г. А. Левочкина. — 2–е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 404 с. — (Высшее образование). — ISBN 978–5–534–19505–7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560976 (дата обращения: 02.04.2025)..

3. Стружкин, Н. П. Базы данных: проектирование : учебник для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 477 с. — (Высшее образование). — ISBN 978–5–534–00229–4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/536006 (дата обращения: 02.04.2025).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ РАБОТНИКОВ КАДРОВОЙ СЛУЖБЫ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВЕДЕНИЯ И ЗАПОЛНЕНИЯ АНКЕТ СОТРУДНИКОВ СОГЛАСНО МЕТОДОЛОГИЯМ ФИЛЬТРАЦИИ И АНАЛИЗА

Смирнов А.Д., студент
Научный руководитель – преподаватель ОИТ **Новиков Д.Э.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

Введение

С увеличением численности сотрудников в организациях и ростом требований к эффективности управления персоналом возникает необходимость во внедрении современных инструментов, оптимизирующих работу кадровых служб. Проектирование интуитивно понятного рабочего интерфейса для ведения и анализа анкет сотрудников становится ключевым шагом к автоматизации рутинных задач, повышению точности кадрового учета.

Актуальность разработки специализированного программного решения для кадровых служб обусловлена потребностью в систематизации данных о сотрудниках, оперативной фильтрации информации по заданным критериям и генерации аналитических отчетов. Такой интерфейс позволит не только упростить процессы добавления, редактирования и удаления данных, но и обеспечит сотрудников HR-отдела инструментами для глубокого анализа кадровых показателей, таких как текучесть персонала, эффективность подразделений, соответствие квалификации сотрудников занимаемым должностям. Внедрение методологии фильтрации и анализа данных способствует принятию обоснованных управленческих решений и укреплению прозрачности кадровых процессов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ предметной области и существующих методологий фильтрации и анализа кадровых данных;
- спроектировать рабочий интерфейс на основе требований пользователей и стандартов UX/UI;
- разработать UML-диаграммы и ER-диаграмму базы данных;
- реализовать механизмы информационной безопасности для защиты персональных данных сотрудников
- создать обучающую документацию для пользователей системы.

Система будет включать модули с разграничением прав доступа в зависимости от роли пользователя (администратор, HR-менеджер, руководитель отдела).

Основные функциональные модули системы:

- управление анкетами сотрудников (добавление, редактирование, удаление);
- Фильтрация и сортировка данных (по отделу и ФИО);
- генерация отчетов в формате Excel для анализа кадровых данных

Объект исследования — система управления кадровыми данными внутри организации, включая процессы ведения анкет, анализа персонала и формирования отчетности.

Предмет исследования — программный интерфейс для работников кадровой службы, обеспечивающий автоматизацию учета сотрудников, фильтрацию данных и их анализ в соответствии с выбранной методологией.

Цель исследования — разработка эффективного рабочего интерфейса, который позволит оптимизировать процессы кадрового учета, повысить точность аналитики.

Результатом исследовательской работы будет являться готовый программный продукт и пояснительная записка.

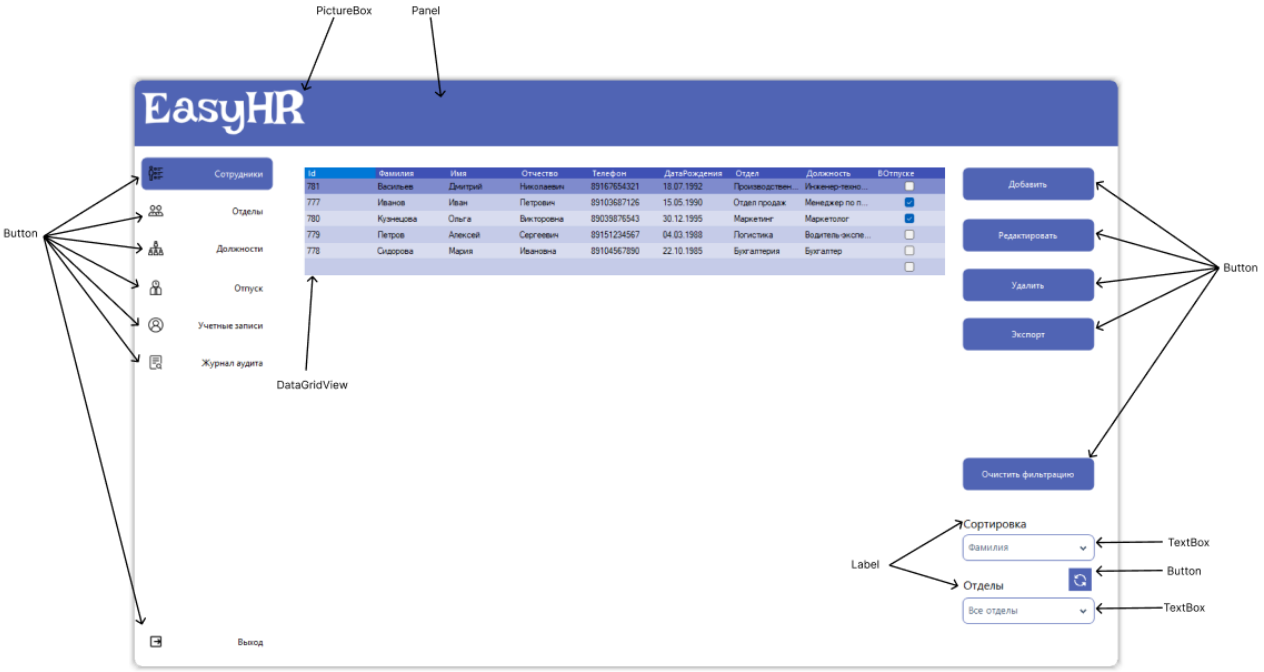


Рис. 1 - Главная форма приложения с панелью навигации, фильтрами и таблицей данных сотрудников

Архитектура системы

Система реализована на основе клиент-серверной архитектуры :

Клиентская часть : Desktop-приложение на платформе Windows Forms с интуитивно понятным интерфейсом, адаптированным под роли пользователей.

Серверная часть : Microsoft SQL Server для хранения данных и управления бизнес-логикой.

Компоненты системы :

1. Интерфейс пользователя :
    - Формы для ввода и редактирования анкет сотрудников.
    - Панель фильтрации данных по отделам, ФИО, датам.
    - Генерация отчетов в Excel.
    - Разделение прав доступа:
        - Администратор : Полный доступ к данным и настройкам.
        - HR-менеджер : Управление анкетами.
        - Руководитель отдела : Просмотр данных своего подразделения.
2. Административная панель:
    - Управление ролями и правами пользователей.
    - Настройка резервного копирования базы данных.
    - Аудит операций (изменения данных).
3. База данных :
    - Реляционная структура.
    - Использование триггеров для логирования изменений.
4. Безопасность :
    - Хеширование паролей (алгоритм SHA-256).

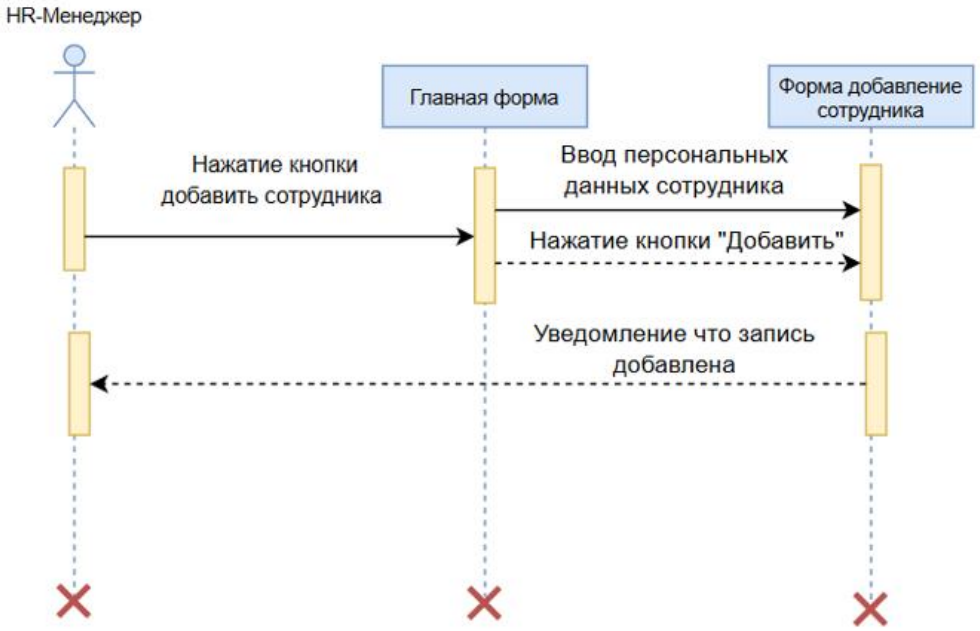


Рис. 2 - Диаграмма последовательности процесса добавления сотрудника в систему

Реализация и тестирование

Этапы разработки :

1. Сбор требований : Интервью с HR-менеджерами для определения ключевых функций (фильтрация, отчеты, управление отпусками).
2. Проектирование :
   - UML-диаграммы.
   - ER-диаграмма базы данных.
3. Разработка :
   - Язык программирования: C# (Windows Forms).
   - Интеграция с Microsoft SQL Server.
   - Реализация экспорта в Excel через библиотеку EPPlus .
4. Тестирование :
   - Проверка функционала фильтрации и сортировки.
   - Тестирование ролевого доступа и безопасности.
   - Валидация генерации отчетов.
5. Внедрение : Обучение пользователей, сбор обратной связи для доработки интерфейса.

Заключение

В итоге, разработанная информационная система позволит организации оптимизировать кадровые процессы, улучшить точность управления персоналом, повысить эффективность анализа данных и обеспечить защиту конфиденциальной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Иванов, А. В. Проектирование пользовательских интерфейсов: теория и практика / А. В. Иванов, М. К. Петрова. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 256 с. – ISBN 978-5-16-015893-4. – Текст : электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1234567

2. Кузнецов, С. Ю. Microsoft SQL Server: разработка и оптимизация баз данных / С. Ю. Кузнецов. – 3-е изд., перераб. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2020. – 480 с. – ISBN 978-5-9775-6543-2. – Текст : электронный. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=45678901

3. Соколов, Д. А. Защита персональных данных в информационных системах / Д. А. Соколов. – Москва : ДМК Пресс, 2019. – 180 с. – ISBN 978-5-97060-765-4. – Текст : электронный. – URL: https://cyberleninka.ru/book/765432

4. Васильева, Е. Н. Методы анализа данных в управлении персоналом / Е. Н. Васильева. – Казань : Казанский университет, 2018. – 154 с. – ISBN 978-5-00080-123-4. – Текст : электронный. – URL: https://e.lanbook.com/book/112233

5. Романов, П. С. Программирование на C# для начинающих: Windows Forms и базы данных / П. С. Романов. – Новосибирск : Наука, 2022. – 320 с. – ISBN 978-5-02-039876-5. – Текст : электронный. – URL: https://urss.ru/catalog/987654/

6. Гришин, В. О. Управление IT-проектами: от требований до внедрения / В. О. Гришин. – 2-е изд. – Москва : Альпина Паблишер, 2020. – 210 с. – ISBN 978-5-9614-6789-0. – Текст : электронный. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=543210

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИСМОСТИ МЕЖДУ СИГНАЛАМИ ВИБРОУСКОРЕНИЯ БАРАБАНА МЕЛЬНИЦЫ И ТОКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Соколов Д.И., студент
Научный руководитель – к.т.н, доцент **Полещенко Д.А.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Один из перспективных методов оценки степени заполнения шаровой мельницы основан на анализе вибрационного сигнала корпуса ее барабана. Такие подходы уже рассматривались в ряде работ [1–2]. Разрабатываемые устройства характеризуются низкой частотой дискретизации, при которой основная несущая частота находится в диапазоне от 0 до 50 Гц. Система сбора данных включает микроконтроллер и внешний аналого–цифровой преобразователь (АЦП). Для передачи данных используются модули беспроводной связи. Кроме того, для уменьшения влияния помех на сигнал виброускорения в работах [3–4] рекомендуется применение различных комбинаций многослойных керамических конденсаторов и установка демпфирующего резистора в схеме повышающего преобразователя. Практические эксперименты, представленные в работе [5], показали, что сигнал вибрации, измеренный в месте крепления мельницы, подвержен значительным искажениям из–за помех от работы соседних агрегатов. Сигнал виброускорения поверхности барабана мельницы по мнению авторов работы [6] является наиболее помехозащищенным.

Мощность, потребляемая электродвигателем шаровой мельницы тесно связана с её режимом работы, при перегрузке должен наблюдаться рост потребляемой электроэнергии, а в случае с недостаточной загрузкой наоборот средняя мощность будет снижаться. Тем не менее только мощности недостаточно для точного определения режима работы шаровой мельницы и контроля перегруза. Поэтому на макет шаровой мельницы был установлен прибор для съема тока, потребляемого электродвигателем, и были сняты данные с низкой загрузкой шарами (см. рис. 1)

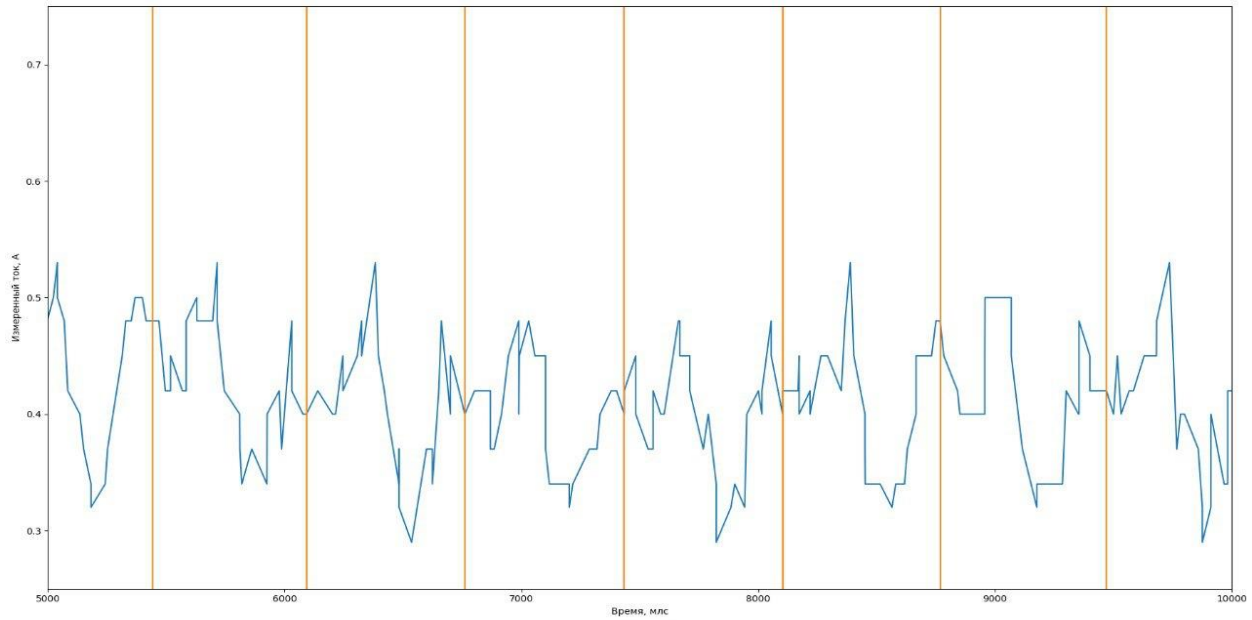


Рис. 1 – Синий – сигнал потребляемого тока, желтый – отметки энкодера (положение мельницы)

На графике видно периодичность сигнала, это связано с тем, что шары внутри мельницы движутся и в моменты падения потребляемая мощность снижается. После была

проведена масштабная серия экспериментов с изменением загрузки шаровой мельницы от 2.5 кг до 13.5 шаров (полной загрузки мельницы) (см. рис. 2–4).

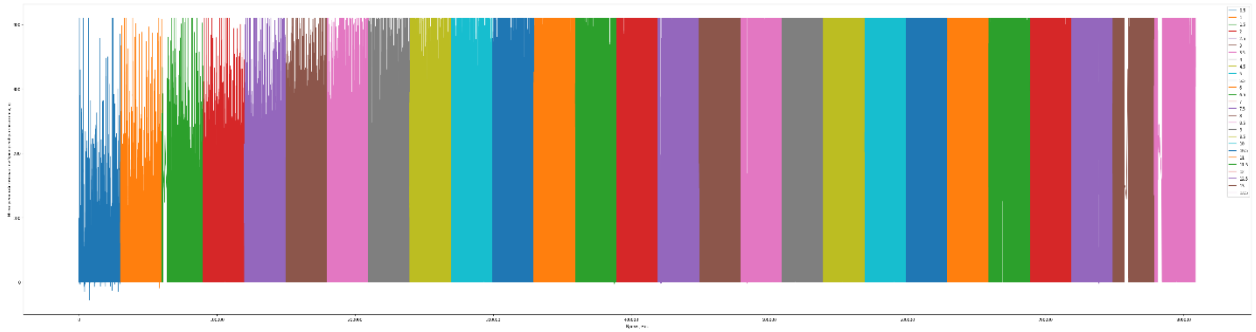


Рис. 2 – Чистый сигнал виброускорения (загрузка от 0 кг шаров до 13.5 кг шаров)

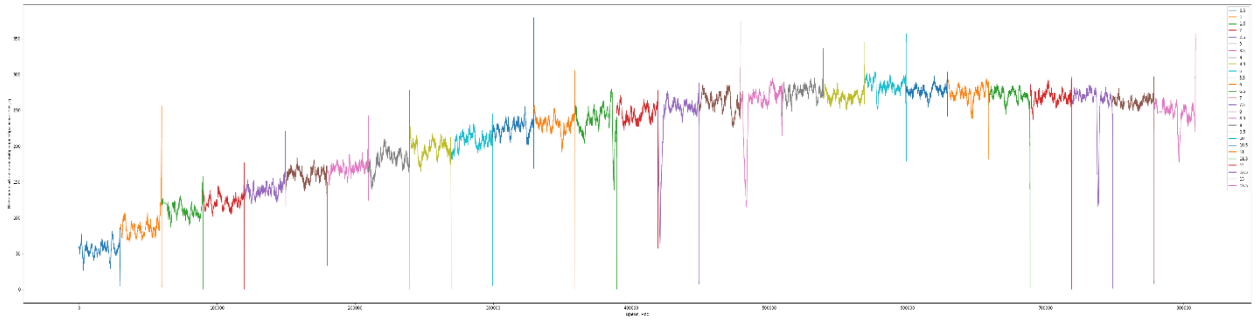


Рис. 3 – Усредненный сигнал виброускорения (загрузка от 0 кг шаров до 13.5 кг шаров)

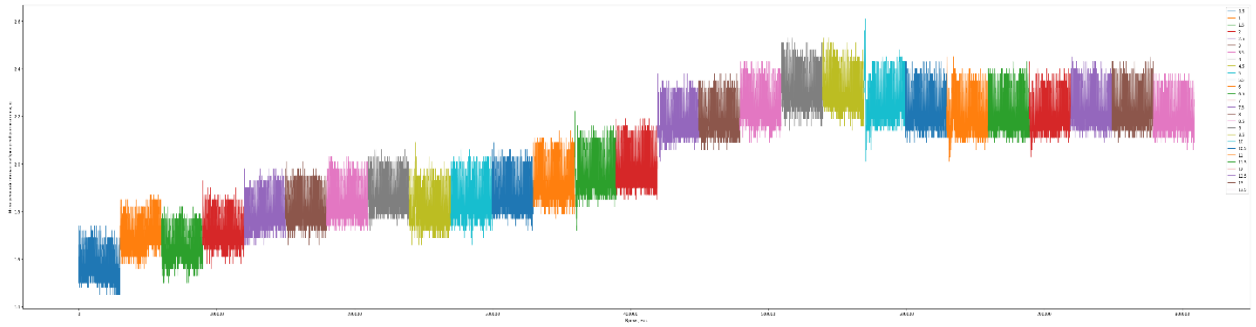


Рис. 4 – Сигнал тока потребления двигателем (загрузка от 0 кг шаров до 13.5 кг шаров)

На графиках наблюдается рост сигнала виброускорения с загрузкой шаровой мельницы, как и тока, потребляемый электродвигателем. Для того чтобы проанализировать сигнал в совокупности была построена диаграмма изменение мощности и виброускорения в зависимости от загрузки шаровой мельницы (см. рис. 5)

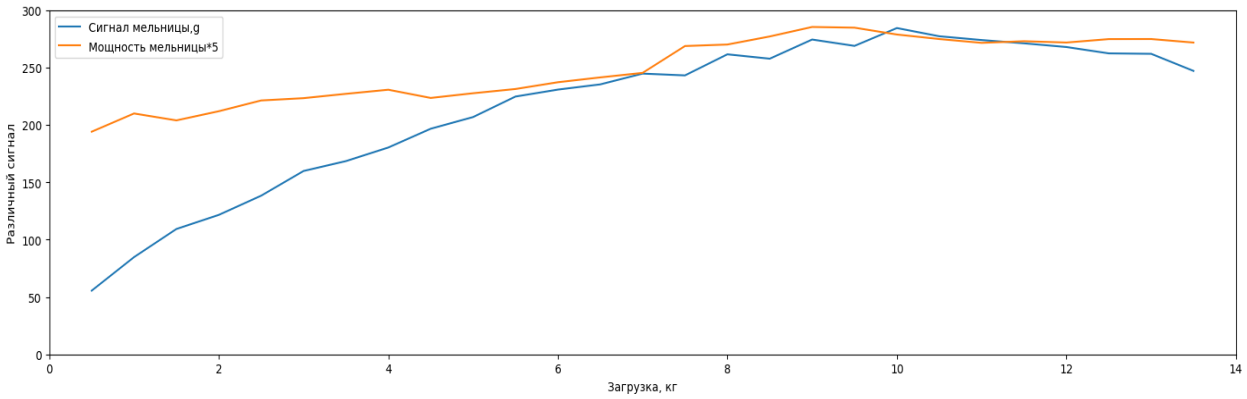


Рис. 5 – Диаграмма изменения мощности потребляемого электродвигателем и сигнала виброускорения в зависимости от загрузки (синий – сигнал мельницы, оранжевый – мощность электродвигателя)

На диаграмме видно, что при низкой загрузке шаровой мельницы сигнал мощности потребления электродвигателем изменяется намного меньше, чем сигнал виброускорения, что говорит о том, что сигнал виброускорения является более информативным для определения как степени загрузки, так и режима работы шаровой мельницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Guo K, Zhao Y, Zan Z, Sun J. Development and testing of a wireless rotating triaxial vibration measuring tool holder system for milling process. Measurement. 2020 Oct 15; 163:108034.
2. Villarroel A, Zurita G, Velarde R. Development of a low–cost vibration measurement system for industrial applications. Machines. 2019 Feb 1;7(1):12.
3. Terasaki M, Oohashi Y, Masuyama Y, Sudo T. Design and analysis for noise suppression of DC/DC converter. In2014 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging & Systems Symposium (EDAPS) 2014 Dec 14 (pp. 109–112). IEEE.
4. Рентюк В. Влияние выбора компонентов, схемотехнического и конструктивного решения на ЭМС современных DC/DC преобразователей. Сборник «Электромагнитная СовмеСтимоСть в Электронике. 2019:165–79.
5. Полещенко Д.А., Боровинских М.Д, Повышение эффективности работы шаровой мельницы путем совместного использования наблюдателя состояний и экстремального регулятора // Инженерный вестник Дона, 2022, №11, URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7964/.
6. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Глущенко А.И., Пожарский Ю.М. О возможности определения уровня загрузки шаровой мельницы в результате нейросетевого анализа спектра сигнала виброускорения ее цапфы // Горный информационно–аналитический бюллетень. 2016. №216. С. 38–47.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СКВАЖНОГО НАСОСА ПЕРВОГО ПОДЪЕМА ХОЗЯЙСТВЕННО–ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЕВО–ЯХИНСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА

Соловей Р.И., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В содержание НИР входит рассмотрение строительства блок модуля (рабочих павильонов) с насосными станциями на территории Ево–Яхинского лицензионного участка, в рамках которого производится водозабор в составе трех скважин с насосными станциями над тремя скважинами. с последующей подачей воды потребителям на хозяйственно–питьевые, производственные и противопожарные нужды локальных объектов.

При проектировании были учтены требования по технической задачи от заказчика, а именно оборудование водозабора должно обеспечивать круглосуточную работу в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала с возможностью перевода в режим дистанционного контроля и управления, а также прибегнуть к использованию в системе отечественные компоненты.

Самым первым комплектующим был подобран насосный агрегат, выполняющий механическую работу в системе водоснабжения Исходя из показателей скважинных насосов был выбран более доступный насос фирмы ЭЦВ 6–10–110.

Таблица 1 – Технические характеристики ЭЦВ 6–10–110.

P, кВт	ω, об/мин	M, Н·м	КПД, %	cos φ	$I_{ном}$, А	$M_п/M_{ном}$	$I_п/I_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$	J, кг·м^2
5,5	2900	18,11	85,7	0,83	11,16	2,3	5	2,5	0,008

Для получения результатов режимов работы частотно–регулируемого асинхронного электропривода, было необходимо рассчитать параметры схемы замещения электродвигателя насосной установки, по которым были построены модели прямого пуска электродвигателя, для проверки корректности расчетов параметров и подбора силового оборудования. По рассчитанным параметрам двигателя был промоделирован прямой пуск. Модель прямого пуска и результаты моделирования приведены на рисунке 2, по которому видно, что номинальные значения тока статора, момент на валу двигателя и номинальная скорость соответствуют паспортным значениям.

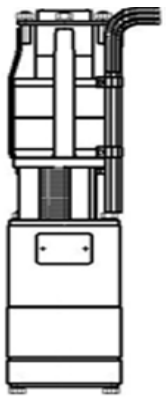


Рис. 1 – ЭЦВ 6–10–110

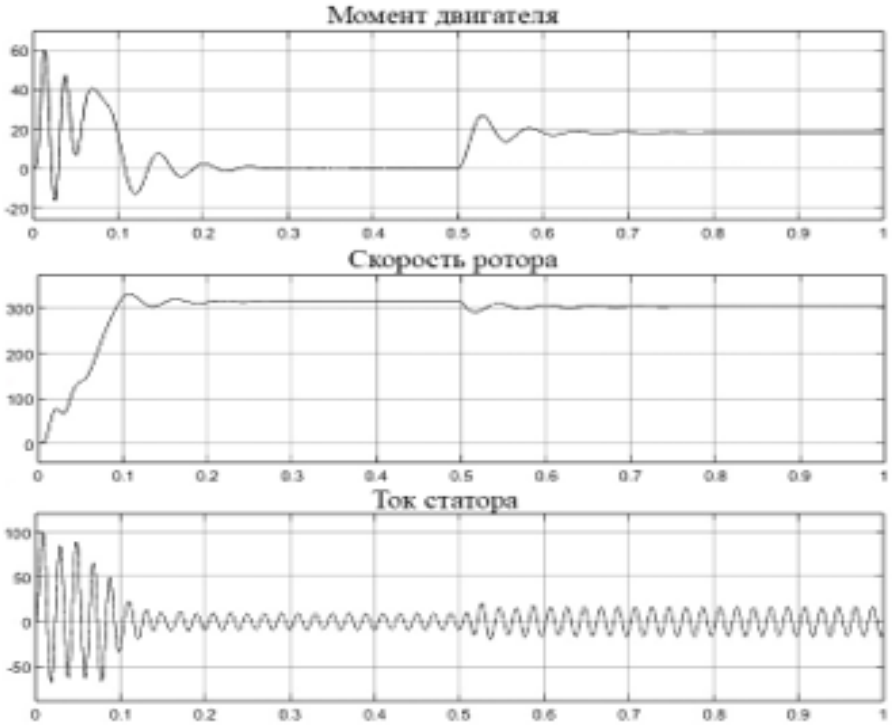


Рис. 2 – Результаты прямого пуска двигателя

В связи с требованиями по автоматизации необходимо в систему внедрить дополнительные комплектующие, которые будут формировать систему управления электроприводом со скалярным типом управления. В число оборудования входит: преобразователь частоты, тепловое реле, и контактор. Так же по требованиям заказчика предусмотрено оборудование отечественного производства:



а) ПЧ – VEDA VFD VF-51 б) Тепловое реле РТИ-1321 12-18 А IEK в) Контактор КМИ-А-11812 18А 220 В/АС3 1NO/1NC IEK

Рис. 3 – Дополнительное оборудование для системы управления

По итогам выполненных расчетов было выполнено моделирование предлагаемой системы электропривода в пакете MATLAB / Simulink.

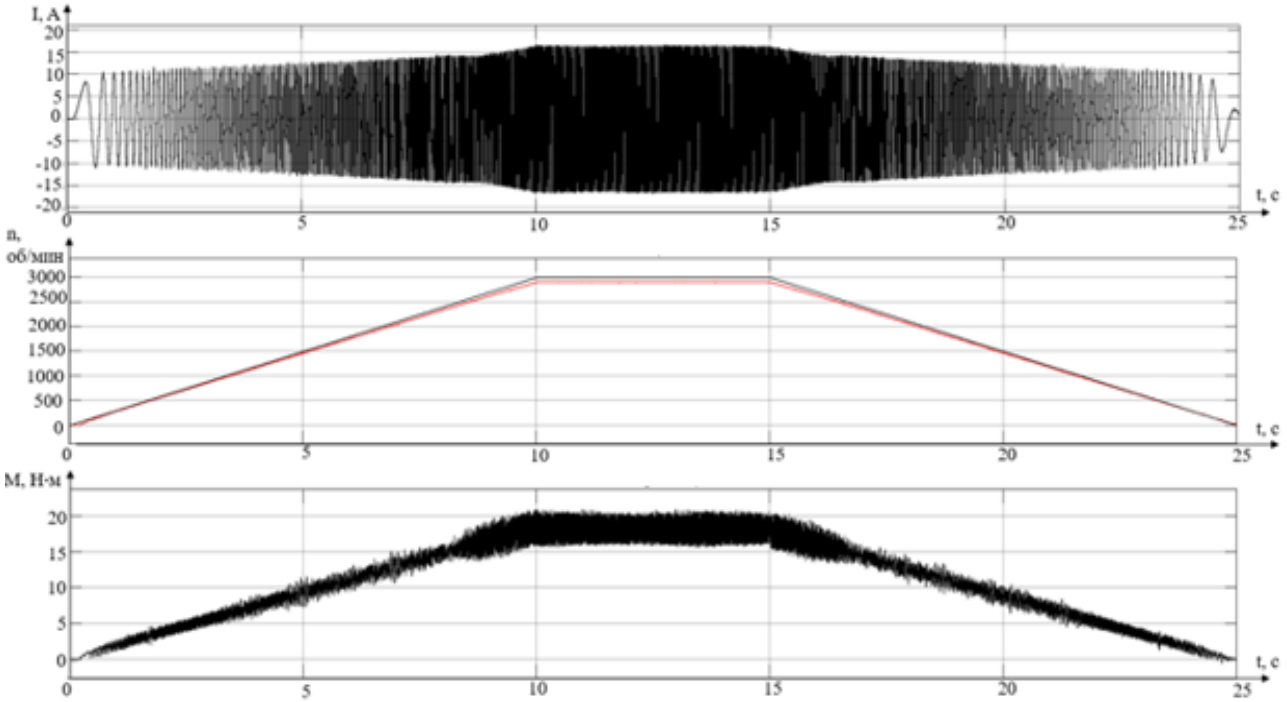


Рис. 4 – Графики двигателя с итоговой системой скалярного управления

По результатам моделирования были построены графики значений тока статора, скорость вращения вала ротора и момент на валу двигателя. В момент пуска электродвигателя значение тока не превышает перегрузочную способность ПЧ. Электродвигатель не достигает значения своего критического момента. В рабочей зоне при отсутствии динамической составляющей момента, значение момента соответствует значению, указанному в паспортных данных. Исходя из данных можно сделать вывод, что моделирование разработанной системы работает исправно и исполняет все предписанные требования к стабильности и плавности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев, В. И., Теория электропривода: Учебник для вузов. / В.И. Ключев – [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.elec.ru/library/nauchnaya–i–tehnicheskaya–literatura/teoriya–elektroprivoda–klyuchev/ (дата обращения: 07.09.2024).

2. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. / Н. Н. Абрамов [Электронный ресурс] – https://djvu.online/file/3koJSDBmoqRv0 (дата обращения: 5.11.2024).

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА РИСКОВ НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ И ПРИНЦИПОВ ОБЪЕКТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Строганова В. А., студент
Научный руководитель – преподаватель высшей категории**, Семенов А. В.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (Оскольский политехнический колледж)

С каждым годом управление проектами становится все более сложным и многогранным процессом, требующим от организаций гибкости и способности быстро адаптироваться к изменениям. В условиях динамичного рынка и растущей конкуренции компании стремятся оптимизировать свои процессы, что делает разработку интегрированных систем управления проектами крайне актуальной. Эти системы не только помогают в планировании и контроле выполнения задач, но и обеспечивают возможность анализа рисков, что является ключевым аспектом успешного завершения проектов.

Целью научно-исследовательской работы является разработка интегрированной системы управления проектами с возможностью оценки эффективности анализа рисков, основанной на реляционной модели базы данных и принципах объектно-ориентированного программирования.

Объектом исследования являются процесс управления проектами в организациях различных отраслей.

Предметом исследования выступает информационная система, предназначенная для автоматизации управления проектами и анализа рисков.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: спроектировать программный продукт на основе анализа предметной области и исходных данных; разработать UML-диаграммы и ER-диаграмму базы данных; реализовать информационную безопасность разрабатываемой системы; разработать обучающую документацию для пользователей разрабатываемой системы.

Система должна состоять из нескольких модулей, доступ к которым будет определяться типом учетной записи. Общее назначение разрабатываемых модулей: просмотр списка объектов, добавление/удаление/редактирование данных об объектах, создание отчета об выполненной работы.

Для работы с проектами необходимо использовать программу, которая сможет оценивать риски данного проекта, предоставлять отчет о проделанной работе для их оценки и улучшения коммуникации между сотрудниками. Разные уровни доступа будут назначены каждой из трех групп пользователей: руководителю, сотруднику и менеджеру по управлению проектами.

Для менеджера по управлению проектами программа предоставляет следующие возможности:

- Авторизация в системе;
- Оформление заявок;
- Работа с заявками;
- Составление отчета о рисках.

Для сотрудника программа предоставляет следующие возможности:

- Авторизации в системе;
- Просмотр проставленных задач;
- Составление отчета о проделанных задачах;
- Изменение статуса задач.

Для руководителя программа предоставляет следующие возможности:

- Регистрация сотрудников в системе;

– Авторизация в системе;
– Управление данными о сотрудниках;
– Назначение задач;
– Просмотр статуса задач.

Была выполнена полная визуализация архитектуры системы и создана ER-диаграмма для эффективного описания структуры базы данных. ERD – это разновидность блок-схемы, которая показывает, как разные «сущности» связаны между собой внутри системы[8].

На рисунке 1 представлена ER-диаграмма.

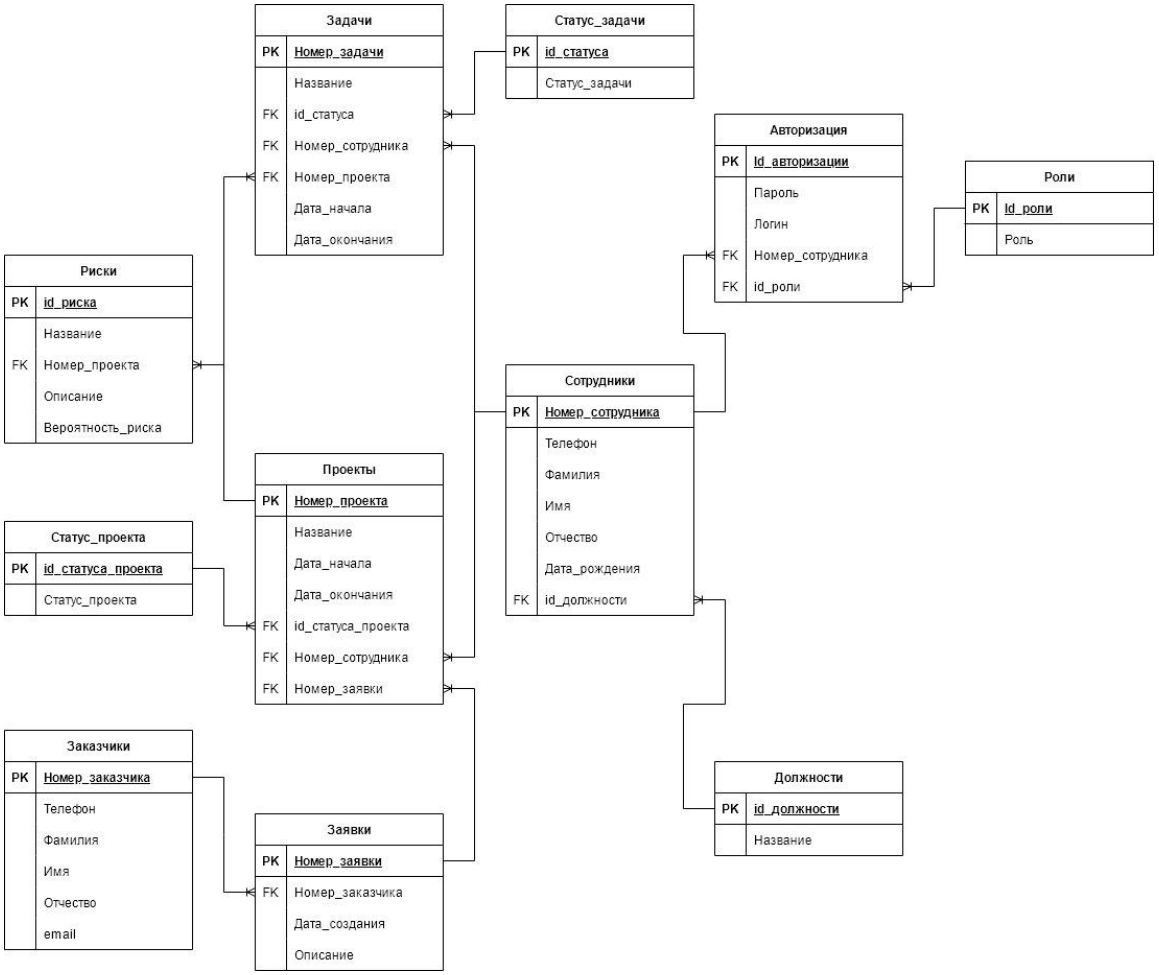


Рис. 48 – ER-диаграмма

Для разработки базы данных проекта была выбрана среда SQL Server. Данная среда выбрана из-за ряда обладаемых ею преимуществ.

Настольное приложение было разработано на платформе Windows Forms в программе Microsoft Visual Studio 2022. Windows Forms – это платформа пользовательского интерфейса для создания классических приложений Windows.

После запуска программы пользователю отображается форма ввода логина и пароля, представленная на рисунке 2.

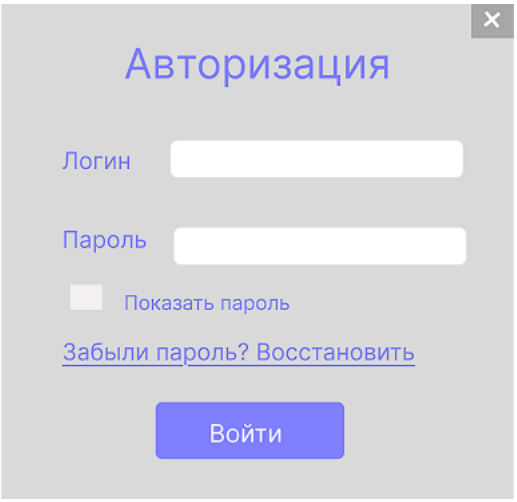


Рис. 49 – Форма ввода логина и пароля

Для обеспечения безопасности паролей применялся метод хэширования SHA–256, также был создан журнал аудита.

На рисунке 3 представлен код для хеширования пароля и его результат.

```
// Метод для хеширования пароля с использованием SHA-256
Ссылок: 1
private string HashPassword(string password)
{
    using (SHA256 sha256 = SHA256.Create())
    {
        byte[] bytes = sha256.ComputeHash(Encoding.UTF8.GetBytes(password));
        StringBuilder builder = new StringBuilder();
        foreach (byte b in bytes)
        {
            builder.Append(b.ToString("x2"));
        }
        return builder.ToString();
    }
}
```

	id_авторизации	Пароль	Логин	Номер_сотрудника	id_роли
1	1	Admin_Ivanov1	admin1	1	1
2	2	DInwMaA6GTtw79S2qkqBxSB#Cgc88zspWbikd9wq5pON+pNU...	user1	2	2
3	3	0b3b927639865e4fcc1d3e47bd7d9f9163b576195c4f67f96be3...	guest1	3	3

Рис. 50 – Код хеширования пароля и результат выполнения

На рисунке 4 представлен запрос на создание аудита и его работа.

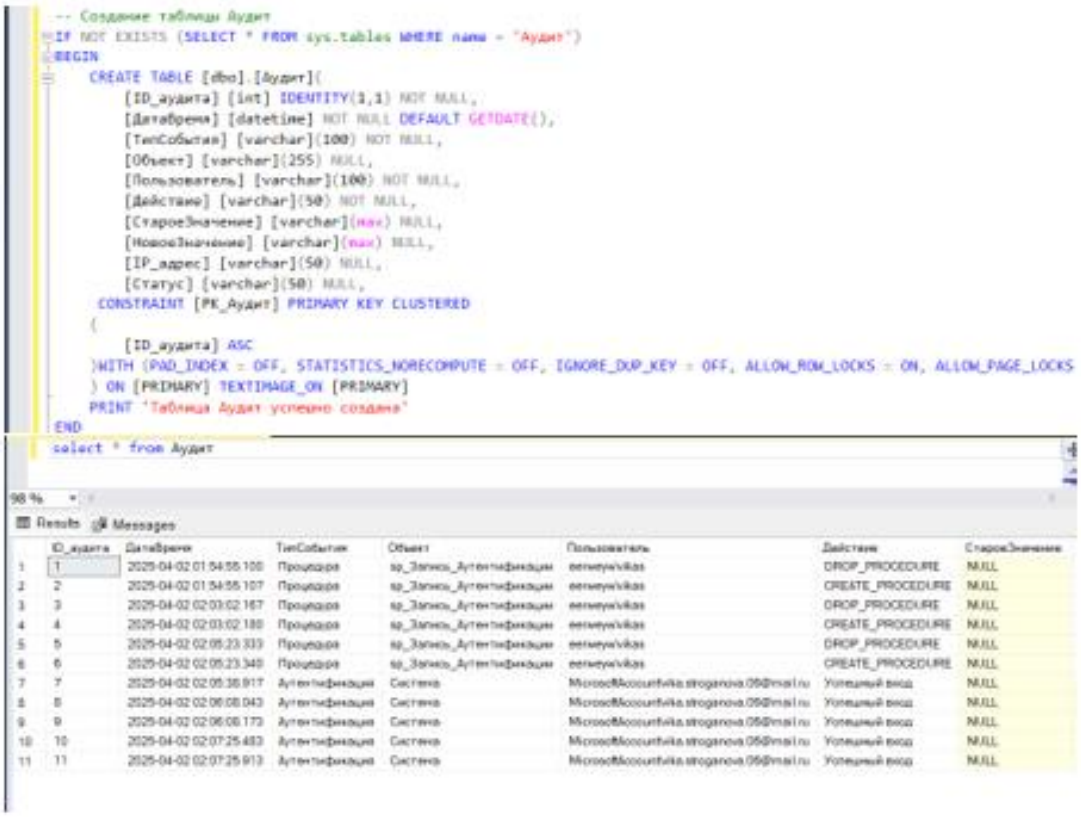


Рис. 51 – Аудит для отслеживания изменения, удаления, добавления данных и входа в систему

Разработанная система представляет собой значительное улучшение в области управления проектами, позволяя:

– Повысить эффективность планирования и контроля выполнения задач;
– Снизить влияние рисков за счет их своевременного выявления и управления;
– Улучшить прозрачность процессов за счет автоматизированной отчетности;
– Обеспечить безопасность данных благодаря надежной аутентификации и авторизации.

Система спроектирована с учетом возможности дальнейшего расширения, что позволяет адаптировать ее под изменяющиеся бизнес-требования.

Разработка интегрированной системы управления проектами с поддержкой оценки рисков на основе реляционной базы данных и объектно-ориентированного программирования (C#, SQL Server) является важным вкладом в автоматизацию проектной деятельности. Система способствует повышению качества управления проектами, минимизации рисков и оптимизации ресурсов, что делает ее востребованной в современных бизнес-условиях.

Результатом работы будет является готовый программный продукт, разработанный с помощью языка программирования C# с подключением базы данных, реализованной в СУБД Microsoft SQL Server.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем : учебник / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 318 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0705-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1858934

2. Голицына, О. Л. Основы проектирования баз данных : учебное пособие / О.Л. Голицына, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 416 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-91134-655-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1190668

3. Гришина, Н. В. Основы информационной безопасности предприятия : учебное пособие / Н.В. Гришина. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 216 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016719-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1900721

4. Заботина, Н. Н. Методы и средства проектирования информационных систем : учебное пособие / Н.Н. Заботина. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 331 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015597-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1043093

5. Д. А. Якубович Е. С. Еропова Платформа .NET Framework. Язык C#: Учебно-методическое пособие В двух частях. – (Среднее профессиональное образование). УДК 519.254 ББК 74.202.53 П37 Владимир Издательство «Шерлок-пресс» 2020 – URL: https://op.vlsu.ru/fileadmin/Programmy/Platforma_.NET_Framework._JAzyk_C___JAkubovich_D._A.__Eropova_E._S.__2020_.pdf

6. Microsoft SQL Server [В Интернете] // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server

7. Руководство по классическим приложениям (Windows Forms .NET) [В Интернете] // Microsoft Learn. – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/desktop/winforms/overview/?view=netdesktop-9.0

8. ER-модель [В Интернете] // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ER-модель

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛИНЕЙНОГО КОНВЕЙЕРА АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

Суров Н.В., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент **Моторина Н.П.**
*Старооскольский технологический институт им. А.А.Угарова **(филиал)** федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)*

В работе рассмотрена модернизация электропривода (ЭП) линейного конвейера возврата окатышей Фабрики Окомкования (ФОК) Лебединского горно–обогатительного комбината (ЛГОК). Оптимизация работы конвейеров ФОК играет важную роль в обеспечении непрерывности технологического процесса. Конвейер возврата окатышей возвращает в производственный цикл окатыши несоответствующие по размеру или другим параметрам. Эксплуатация таких систем часто сопровождается рядом проблем, связанных с устаревшим оборудованием, высоким уровнем энергопотребления и недостаточной точностью управления движением. В частности, электропривод конвейера, являясь ключевым компонентом системы, может стать источником неэффективности при использовании морально или физически устаревших решений. Актуальность модернизации электропривода конвейера возврата окатышей обусловлена необходимостью повышения надежности, энергоэффективности и управляемости системы. Задачей работы является изучение возможности повышения энергетической эффективности ленточного конвейера. Предлагается установка современного электропривода с высокими энергетическими характеристиками и автоматизированной системы управления электроприводом [1,2,5].

Современные технологии позволяют внедрить инновационные решения, такие как частотно–регулируемые приводы, системы автоматизированного управления и диагностики, что значительно улучшает технико–экономические показатели работы оборудования. Кроме того, модернизация способствует снижению затрат на обслуживание, минимизации простоев и повышению качества транспортировки материала. ЛГОК является единственным в России производителем горячебрикетированного железа (ГБЖ). Основными потребителями продукции АО «Лебединский ГОК» внутри страны являются такие металлургические предприятия как Новолипецкий металлургический комбинат, Тулачермет, Магнитогорский металлургический комбинат, Оскольский электрометаллургический комбинат. Несмотря на простоту и надежность, прямой пуск электродвигателя существующий ЭП имеет значительные недостатки, связанные с высокими пусковыми токами и повышенными механическими нагрузками.

В результате расчетов мощности привода ленточного конвейера были получены мощность P = 20,98 кВт и частота вращения приводного механизма n = 1500 об/мин. Исходными данными для расчетов были паспортные данные завода–производителя:

Длина конвейера 31,1 м.

Ширина ленты 0,8 м.

Погонная масса ленты 12,48 кг.

Погонная масса рабочей части конвейера 20,28 кг/м.

Погонная масса вращающихся частей роликоопор 18,4 кг/м.

Погонная масса движущихся частей конвейера 51,16 кг/м.

Погонная масса груза 210,56 кг/м.

Скорость движения ленты 1,4 м/с.

Исходя из полученной мощности, был выбран асинхронный двигатель АИР 180 S4 с номинальными параметрами: $P_{ном}$ = 22 кВт, $n_{ном}$ = 1470 об/мин, $M_{ном}$=142,93 Нм; $\eta_{ном}$=90,5%.

Электродвигатель работает в режиме *S1* продолжительной нагрузки и температура нагрева его достигает установившегося значения. Для неизменной статической нагрузки достаточно выполнение условия $P_c \le P_{ном}$ [1–5].

Расчет параметров схемы замещения. Для выбранного двигателя рассчитаны параметры Т–образной схемы замещения и выполнено моделирование в пакете MATLAB/Simulink прямого пуск двигателя с последующим плавным увеличением момента нагрузки до максимальных величин (рис. 1).

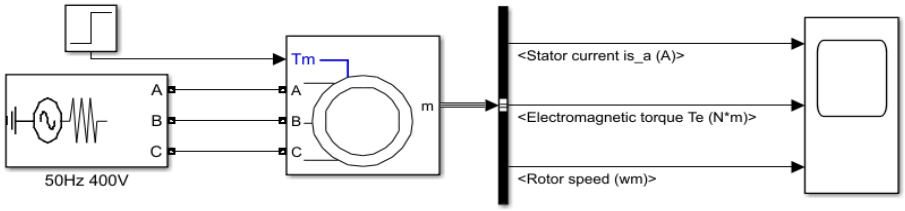


Рис. 1– Модель асинхронного двигателя в Matlab/Simulink

В модели использованы: модель источника питания, блок реализующий момент нагрузки, асинхронный двигатель с рассчитанными параметрами схемы замещения, графопостроитель и осциллограф. На рисунке 2 приведено Окно ввода параметров АД.

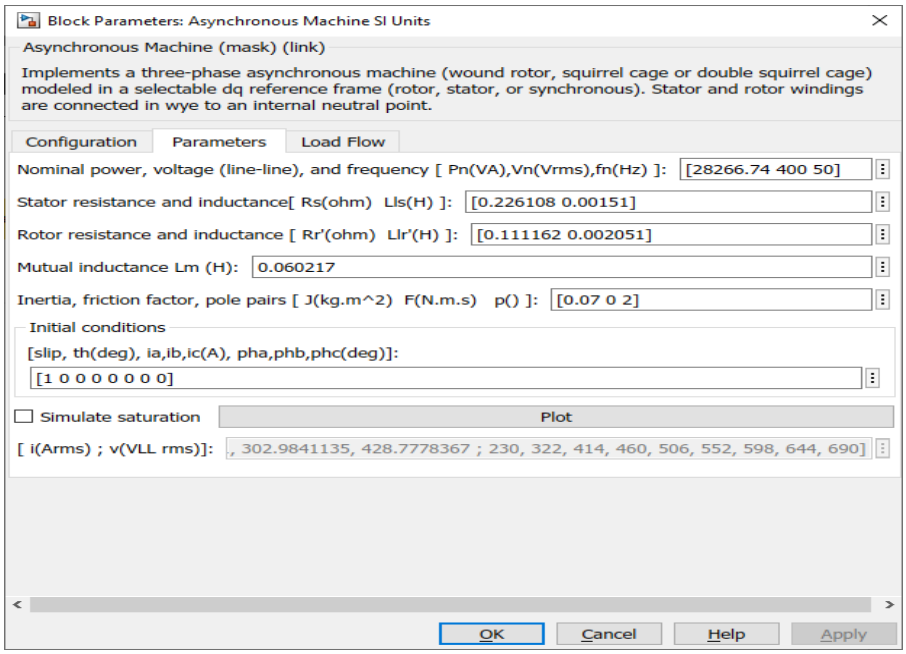


Рис. 2 – Окно ввода параметров асинхронного двигателя

На основе рассчитанных параметров проведено моделирование прямого пуска двигателя продолжительностью 3 секунды с последующим набросом номинального момента нагрузки. По результатам моделирования были получены графики тока статора, электромагнитного момента и угловой скорости ротора. Сравнение результатов моделирования, расчетных параметров и каталожных данных двигателя показало адекватность выполненной модели двигателя. Полученная при моделировании механическая характеристика обладает достаточной жесткостью во всем рабочем диапазоне [3,4].

Выбор преобразователя частоты и метода управления. Внедрение частотно–регулируемого электропривода (ЧРП) для управления конвейером возврата сырых окатышей является эффективным решением, обеспечивающим значительные преимущества:

- оптимизация электропотребления;
- плавный пуск и останов конвейера;
- адаптация к изменяющимся условиям производства;
- снижение износа оборудования;
- улучшение качества продукции;

• экономическая выгода.

По параметрам выбранного двигателя выбирается частотный преобразователь (ПЧ) ОВЕН ПЧВ3–30К–В мощностью 30 кВт, который оснащен интеллектуальными функциями, направленными на снижение эксплуатационных расходов в промышленных и коммунальных применениях Корректность выбора подтверждается выполнением условий выбора и технических характеристик ПЧ, соответствующих работе двигателя. Выбран векторный метод управления в системе ПЧ–АД. Современная методика векторного управления предназначена для контроля бесщёточных электродвигателей переменного тока и позволяет независимо и практически мгновенно управлять скоростью вращения и крутящим моментом на валу двигателя. Главный принцип векторного управления заключается в том чтобы регулировать не только величину и частоту питающего напряжения, но и его фазу. Другими словами, обеспечивается управление как модулем, так и направлением пространственного вектора. По сравнению со скалярным управлением векторный подход демонстрирует гораздо более высокую эффективность, практически полностью устраняя ограничения, характерные для скалярного метода. На рисунке 3 показана структура векторного управления АД [3, 4].

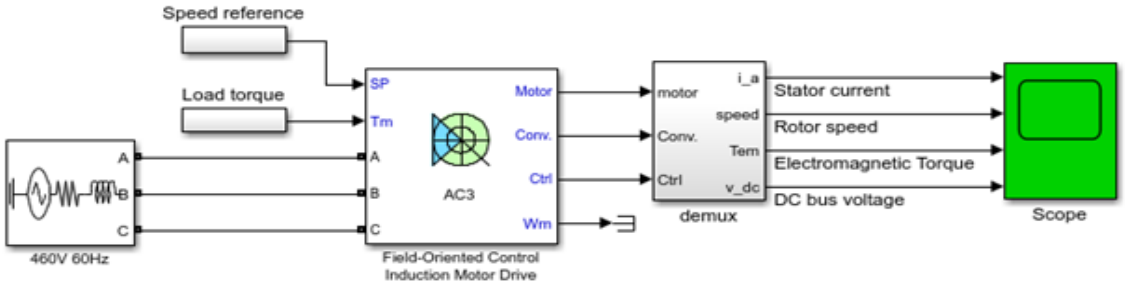


Рис. 3 – Модель векторного управления приводом АД

Выполнен расчет системы управления электродвигателем, моделирование ее работы в Matlab/Simulink. Выбрана система векторного управления, ориентированного по полю (Field–Orient Control Induction Motor Drive). Произведен расчет тормозного прерывателя ПЧ, где определены: сопротивление тормозного резистора, емкость конденсатора, напряжения в звене постоянного тока, максимальная величина пульсаций в звене. Выполнен расчет регулятора потокосцепления и скорости. Рассчитаны параметры передаточной функции регулятора потокосцепления $W_{РП}(p)$ при настройке контура регулирования асинхронным двигателем [3, 4].

Выводы. Проанализирована существующая структура и режимы работы линейного конвейера; выявлены основные проблемы и ограничения; проведены исследования современных технологий и оборудования; выполнены необходимые технические расчеты и оценена экономическая эффективность модернизации. Практическая значимость работы заключается в возможности применения ее результатов для повышения эффективности работы конвейерных систем предприятий горно–металлургического комплекса. Реализация предложенных решений позволит не только улучшить технико–экономические показатели работы оборудования, внести вклад в развитие ресурсосберегающих технологий.

На основе анализа результатов моделирования можно сделать вывод, что выбранная система «частотный преобразователь — асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором» с реализацией векторного управления полностью соответствует предъявляемым требованиям к управлению. Срок возврата первоначальных инвестиций составляет 2 года. Это подтверждает экономическую целесообразность внедрения частотно–регулируемого электропривода, поскольку проект позволяет достичь существенной экономии уже в среднесрочной перспективе. Таким образом, использование данной технологии является не только энергоэффективным решением, но и выгодным с точки зрения финансовых вложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басов А.И. Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия, 2008. – 112 с.
2. Донченко А.С., Донченко В.А. Справочник механика рудообогатительной фабрики. – М.: Недра, 2003. – 69 с.
3. Драчев Г. И. Теория электропривода: Учебное пособие к курсовому проектированию. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002.– 137 с.
4. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. — М.: Академия, 2006. – 265 с.
5. Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно–транспортных машин. Справочник. Минск. Высш. школа, 1983г. – 350с.

РАЗРАБОТКА ИС ДЛЯ ЦЕНТРА РЕМОНТА ТЕХНИКИ «КОМПЬЮТЕР МАСТЕР 31» С ДИАЛОГОВЫМ КОМПОНЕНТОМ ВИДА ЧАТ–БОТ

Сыроваткин П.В., студент
Научный руководитель – к.п.н., доцент **Симонова А.Г.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Введение

Показателем качества хорошего бизнеса является его прибыльность и устойчивость. Если собственное дело разово приносит высокий доход, а затем увядает, теряя позиции на конкурентном рынке, то велика вероятность, что были допущены критические ошибки, не позволившие занять нишу. Одной из таких ошибок часто является недооценка автоматизации и цифровизации средств коммуникации с клиентом [1].

Цель данной работы заключается в разработке информационной системы для сервисного центра, которая будет способна решать следующие задачи:

- Автоматически записывать заявки на вызов мастера на дом;
- Предоставлять механизм для самостоятельного решения технической проблемы при помощи базы типовых решений;
- Вести клиентскую базу;
- Предоставлять интерфейс для наполнения базы знаний, которым смогут пользоваться мастера СЦ;
- Предоставлять интерфейс для менеджера, в котором он сможет планировать отправку на выезды мастера, группируя выезды по датам и времени;

Предполагается, что разработке будет подлежать платформа с информационной системой, в качестве первого диалогового компонента которой будет выбран мессенджер Telegram.

Бизнес–процесс

Всего можно рассмотреть бизнес–процессы сервисного и внесервисного обслуживания.

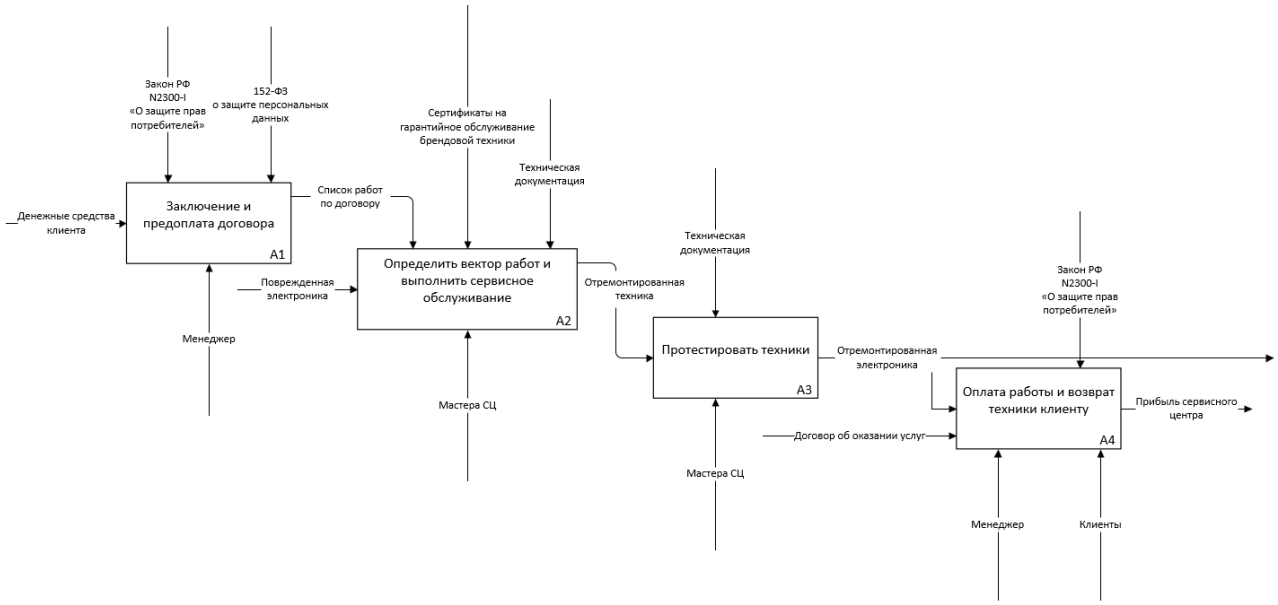


Рис. 1 – Декомпозиция БП сервисного обслуживания

Рассмотрим внесервисное обслуживание воспользуемся нотацией BPMN v2.0 [6] для того, чтобы отобразить древовидный характер процесса (рис.2).

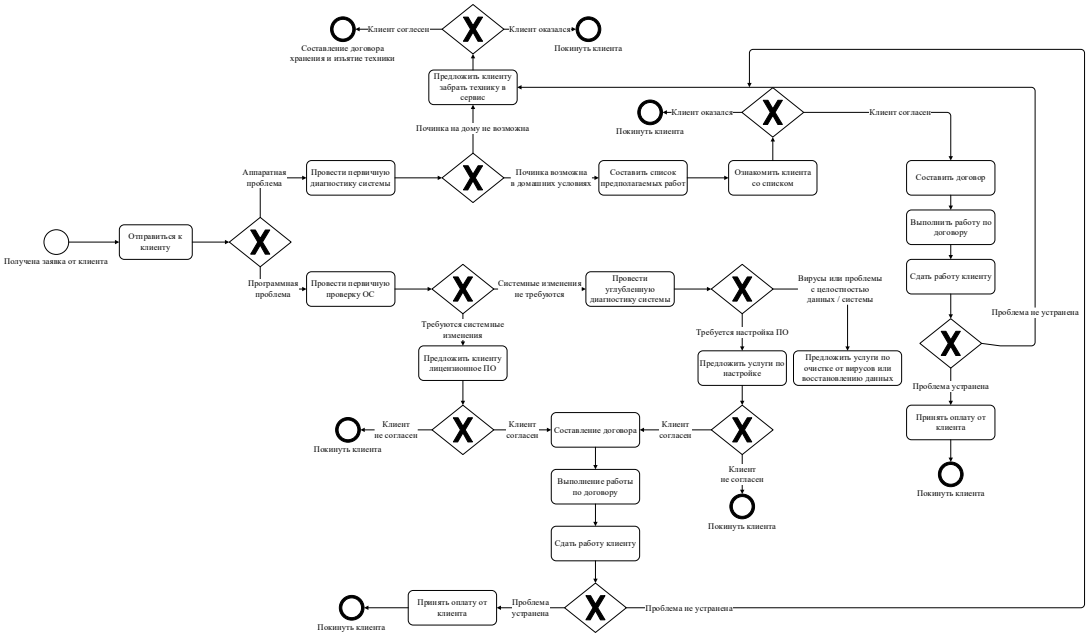


Рис. 2 – Декомпозиция бизнес–процесса внесервисного обслуживания

Бизнес–процесс внесервисного обслуживания имеет множество точек завершения, что связано со спецификой предметной области. Как правило, 4 вызова из 10 оканчиваются только диагностикой, так как клиент не заинтересован в длительном сервисном обслуживании.

Проанализировав представленные выше бизнес–процессы, можно заметить, что они в какой–то степени являются эффективными. Изменить что–то в их структуре достаточно сложно. Поэтому рассмотрим бизнес–процесс оказания внесервисного обслуживания с точки зрения сервисного центра, а не с точки зрения мастера (Рис. 3).

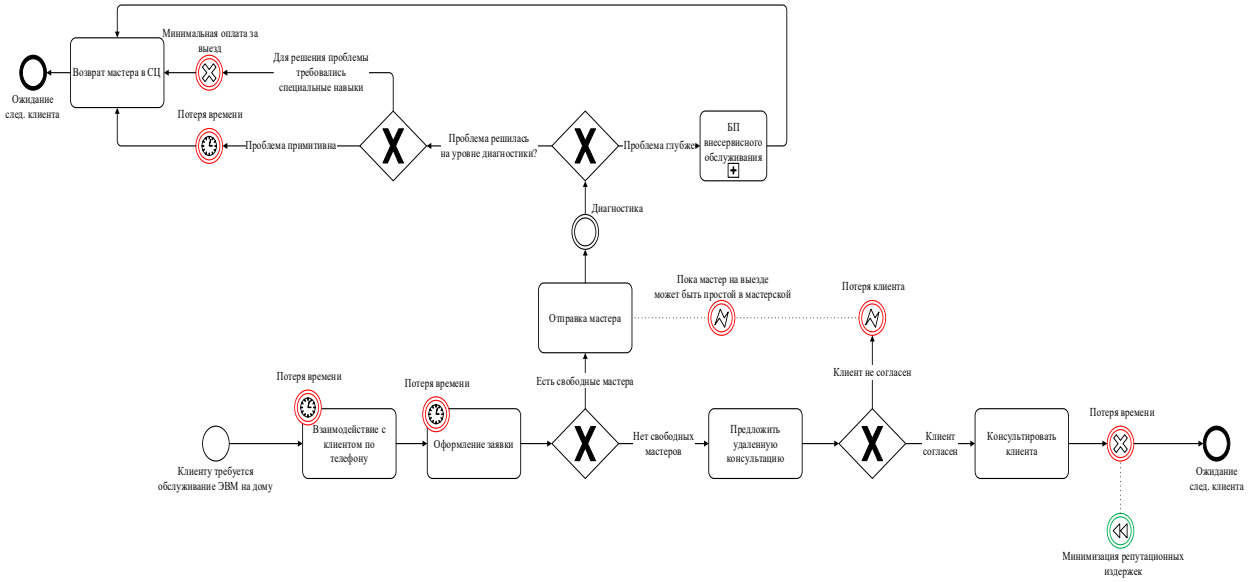


Рис. 3 – Бизнес–процесс внесервисного обслуживания с точки зрения СЦ

Бизнес–процесс уже не выглядит эффективным. Во–первых, существует проблема с организацией трудового процесса. Постоянное «выдергивание» мастера для внесервисного обслуживания приводит к тому, что в мастерской возможны простои. Как–то качественно повилять на это при помощи информационных технологий не представляется возможным. Одновременно с этим, в данном бизнес–процессе существует также проблемное место с самим внесервисным обслуживанием.

Предлагаемое решение

Бизнес–процесс внесервисного обслуживания клиентов с учетом внедрения информационной системы предполагает, что рутинные операции однотипного взаимодействия с пользователем будут переданы под управление информационной системы. Это позволит сразу же предлагать пользователю попытки ручного устранения, на которые приходится большинство типовых обращений.

Попытки ручного устранения будут базироваться на некоторой базе знаний, которую предполагается вести сервисному центру. (рис. 4)

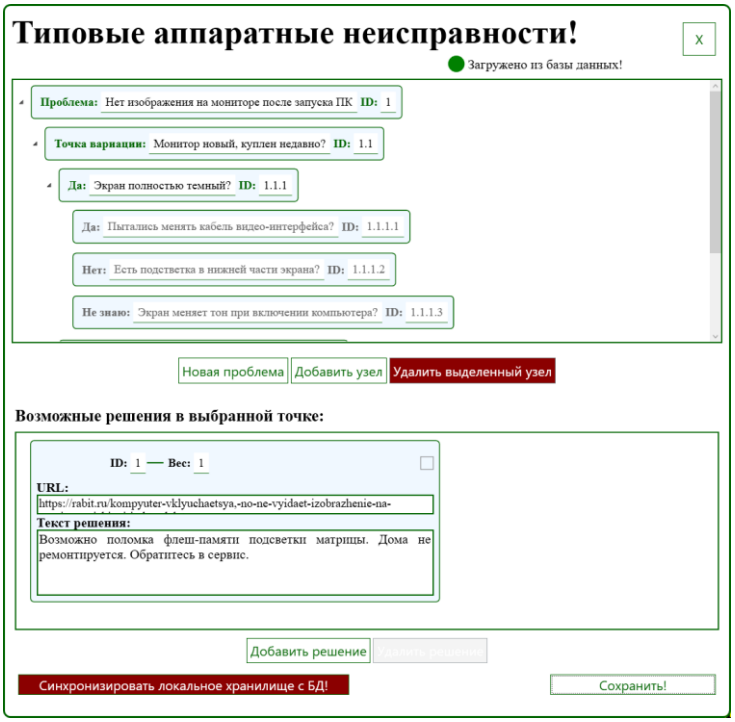


Рис. 4 – Главное окно для работы с сегментами базы знаний

Взаимодействие с СЦ и мастером напрямую предполагается только в случае, если типового ответа нет, тогда система предлагает оформление вызова мастера СЦ, которое фиксируется в ИС и сохраняется в базе данных.



Рис. 5 – Форма отслеживания вызовов мастеров

Заключение

На основе проведённого анализа сформулированы следующие выводы:

- внедрение информационной системы, которая будет способна взаимодействовать с пользователем, осуществлять обращение к базе знаний и записывать заявки на вызов мастера упростит работу компании.
- проектируемая информационная система, помимо явной экономической выгоды будет повышать конкурентоспособность сервисного центра за счет роста доверия клиентов к нему.

В качестве первого диалогового компонента будет выбран мессенджер Telegram. В будущем, предполагается, что диалоговые компоненты будут добавлены для других мессенджеров или социальных сетей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильяхов Максим, Тиньков Олег Бизнес без MBA. Самые важные знания о бизнесе для тех, кто начинает собственное дело. – 2–е изд. – М.,: Эксмо, 2024. – 320 с.
2. Роджер Бест Маркетинг от потребителя. – 6–е изд. – М.,: МИФ, 2020. – 760 с.
3. Гончаров В. Н., Курипченко Е. В. Использование интернет–технологий в маркетинге //Менеджер. – 2020. – №. 3. – С. 181–187.
4. Классификация сервис–центров по типу оказываемых услуг // THEREPAIR.RU. Всё о ремонте электроинструмента [Электронный ресурс], URL: https://masservice.ru/klassifikaciya–centrov–po–remontu–orgtehniki.htm (дата обращения: 01.01.2025).
5. Малый, средний и крупный бизнес — в чем разница? // Официальный сайт Т–Банка [Электронный ресурс], URL: https://www.tbank.ru/business/blog/business–types/ (дата обращения: 01.01.2025).
6. Официальная документация нотации BPMN v2.0 [Электронный ресурс] // Business Process Model and Notation, URL: https://www.omg.org/spec/BPMN (дата обращения 01.01.2025)

СОЦИОЛОГИЯ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА И ФАКТОР ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Уваров А.В., студент
Научный руководитель – д.филол.н., доцент **Семененко Н.Н.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Искусственный интеллект (ИИ) – это фактор современного прогресса, который нельзя игнорировать или недооценивать, поскольку он уже на наших глазах существенно меняет сетевую социальность и его влияние на новые конструкции цифровой реальности и в целом на цивилизационные трансформации предстоит еще осмысливать [1].

В описании фактора ИИ в процессах социализации современные исследователи различают ИИ «сильный и слабый, клиентоцентричную и человекоцентричную модели ИИ», разница между которыми заключается преимущественно в «моделях в целеполагании». В частности, анализ различных моделей в сфере здравоохранения позволяет выявить наиболее эффективные модель внедрения ресурса ИИ в социальные проекты. Соответственно, исследование гуманитарно–технологических аспектов ИИ сегодня актуально, что обосновано, в частности, в работах И.А. Быковского, А.Е. Никитина и других [2].

В целом, вокруг проблем, которые могут быть рассмотрены в фокусе социологии цифрового пространства, выделяется несколько актуальных областей, так или иначе связанных 1) с «влиянием цифровизации на социальные структуры и социальные процессы», 2) с анализом и последующим моделированием «взаимодействия между социумом и цифровыми медиа», 3) с детальным изучением значимых изменений в характере «социального действия, социальных коммуникаций в новой конструкции цифровой реальности». В частности, современные исследователи приводят в пример развития такого направления социологического анализа, как нетеография, которая с 2002 г. трактуется как «метод цифровой социологии, позволяющий осмысливать онлайн–структуры различных–профессиональных сообществ, субкультур с методологической точки зрения» [3].

В настоящее время многие политтехнологи, ученые в области социального управления, образовательной политики, высказывают обоснованные опасения по поводу дегуманизации реальности, подмены реального мира виртуальным, исторического культурного наследия его негативно трансформированными цифровыми копиями и фейковыми реконструкциями. Молодежь, можно сказать, живет в цифровом мире массмедиа, и этот мир для многих и есть реальность. В сложной сегодняшней геополитической ситуации, в условиях информационной войны потоки негативных реконструкций истории, чуждых нашей традиции культурных образцов направлены на размывание культурного кода и ценностных ориентиров [4].

Нельзя оставить незамеченным и тот момент, что ИИ оказал революционное влияние на музыкальные массмедиа, особенно в отношении таких цифровых медиа–платформ, таких как TikTok, который стал неотъемлемой частью жизни подростков и молодежи. Алгоритмы, работающие на основе ИИ, анализируют предпочтения пользователей в этом приложении, что позволяет формировать гиперперсонализированные пакеты контента. Это приводит к тому, что молодые люди подвергаются воздействию адресно направленных музыкальных трендов, акцентируя их внимание на определенных жанрах и персоналиях, которые активно продвигаются за счет высокой «вирусности» и легкости запоминания [5]. Таким образом, сегодня нет выбора в определении степени актуальности изучения нейросетей, и это происходит не только потому, что они со всё возрастающим качеством «имитируют работу человеческого мозга и способны обрабатывать большие объемы данных» [6], но и потому, что они являются уникальным по своей эффективности инструментом адресного воздействия на человека в онлайн пространстве. Получается, что, выступая в качестве высокоэффективного инструмента прогнозирования тех или иных социальных процессов или помощника в принятии важных долгосрочных решений, нейросети в любом случае используются и будут

использоваться для влияния на коллективное сознание. Именно поэтому социальный аспект изучения феномена ИИ является таким важным.

Нейросети – это компьютерные системы, которые имитируют работу человеческого мозга и способны обрабатывать большие объемы данных. В настоящее время они широко применяются в различных областях, таких как медицина, финансы, технологии, наука и многие другие. Одним из главных преимуществ нейросетей является их способность обучаться на основе опыта и самостоятельно улучшать свои результаты. Они способны анализировать и обрабатывать огромные объемы информации, что дает возможность выявлять незаметные для человека закономерности и тренды. Это делает их полезными инструментами для прогнозирования тенденций и принятия важных решений.

Таким образом, сегодня нет выбора в определении степени актуальности изучения нейросетей, и это происходит не только потому, что они со всё возрастающим качеством «имитируют работу человеческого мозга и способны обрабатывать большие объемы данных» [6], но и потому, что они являются уникальным по своей эффективности инструментом адресного воздействия на человека в онлайн пространстве. Получается, что, выступая в качестве высокоэффективного инструмента прогнозирования тех или иных социальных процессов или помощника в принятии важных долгосрочных решений, нейросети в любом случае используются и будут использоваться для влияния на коллективное сознание. Именно поэтому социальный аспект изучения феномена ИИ является таким важным. И одно из самых значимых направлений использования ИИ в современных общественно значимых исследованиях – это применение аппарата нейронных сетей для анализа результатов анкетирования в социологии чему посвящены, в частности, исследования Фоминой Е.Е., которая отмечает, что внедрение современных методов обработки данных в социологическую практику является актуальной задачей, которая позволяет повысить как эффективность обработки информации, полученной в результате исследований, так и научную обоснованность получаемых выводов и рекомендаций [3].

Таким образом, нейросетевые технологии уже сегодня являются значимым инструментом гуманитарных и социологических исследований, позволяя решать объёмные задачи комплексного исследовательского характера

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко Л.А., Мещерякова Н.Н. Социология цифрового общества: монография. Томский политехнический университет. – Томск: Изд–во Томского политехнического университета. 2021. 226 с. ISBN 978–5–4387–1043–1
2. Никитин А.Е. Эпистемология искусственного интеллекта: автореф. дисс… к.филос.наук. 09.00.01. Архангельск, 2007. 33с.; Смирнов Е.В. Проблема искусственного интеллекта: онтологические и гносеологические аспекты: автореф. дисс… к.филос.н. 09.00.01. Магнитогорск, 2007. 28 с.; Быковский И.А. Философские аспекты проблем создания искусственного интеллекта: дис канд.филос.наук. 09.00.01. Саратов, 2003. – 180 с.
3. Kozinets R. The field behing the screen // Jornal of Marketing Research. 2002.N39 (1) – p.61
4. Мкртумова И.В. От «Троянского коня» до «Пожирателей фейков»: взгляд социолога на образы информационного поведения и манипуляций / В сборнике: Научные исследования в современном мире: проблемы, тренды, перспективы. Сборник статей по итогам Научного профессорского форума 7 февраля 2023. – С. 228–236.
5. Кастельс М. Власть коммуникации /пер. с англ. Н.М. Тылевич. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2020. – 591 с. (Переводные учебники ВШЭ). ISBN 978–5–7598–2119–9.
6. Насташенко В.А. Формирование интеллектуальной безопасности // Автономия личности. 2020. №1 (21).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УЧЕТА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПОРТСМЕНА И ЕГО ДОСТИЖЕНИЙ ДЛЯ МАУ ДО СШОР «ИМ. А. НЕВСКОГО»

Хамзаева Н.А., студент
Научный руководитель – старший преподаватель **Ковтун Н.И.**
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Муниципальное автономное учреждение дополнительного образования «Спортивная школа олимпийского резерва имени Александра Невского» Старооскольского городского округа является унитарной некоммерческой организацией. Основной целью учреждения является образовательная деятельность по дополнительным общеобразовательным программам в области физической культуры и спорта [1].

МАУ ДО «СШОР им. А. Невского» реализует дополнительные образовательные программы по «дзюдо», «самбо» и «СБЕ (ММА)». На отделение «дзюдо» принимают мальчиков и девочек с 7 лет, на отделение «самбо» – с 10 лет, на отделение «СБЕ (ММА)» – с 10 лет [2].

На рисунке 1 изображена контекстная диаграмма организации деятельности спортивной школы.

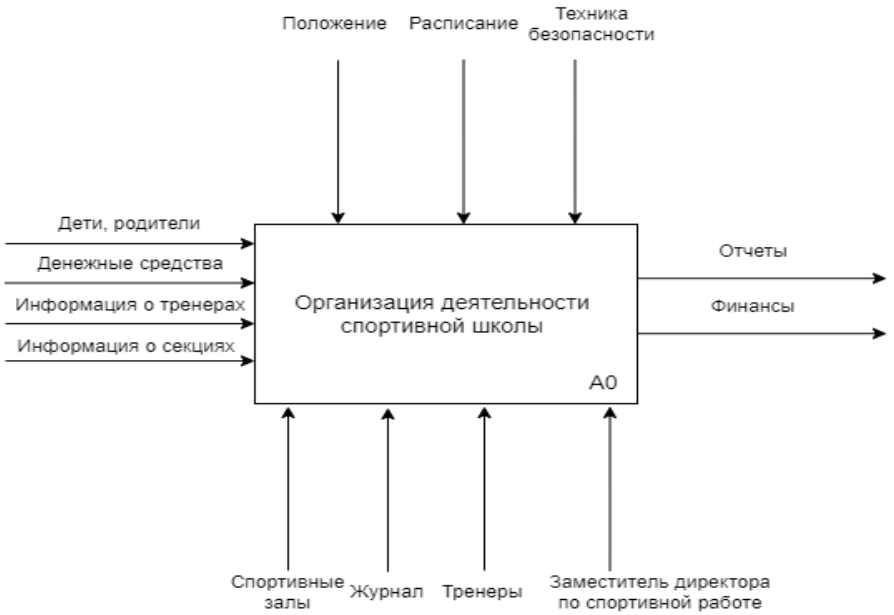


Рис. 52 – Контекстная диаграмма «Организация деятельности спортивной школы»

Входными данными являются:

– дети и их родители, т. к. возраст детей не позволяет самим принимать решения;

– денежные средства – оплата обучения в МАУ ДО «СШОР им.А.Невского»;

– информация о тренерах;

– информация о секциях.

Выходными данными являются:

– отчеты – списки, графики, отображающие работу тренеров, графики соревнований, финансовые отчеты и др.;

– финансы – определенные заработанные денежные средства, которые распределяются на заработную плату, покупку рекламы, оборудование и др.

Стрелки управления:

– техника безопасности – это система организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов

и направленных на охрану труда, на обеспечение безопасных для жизни и здоровья человека условий производственной деятельности;

– положение – это организационно–правовой документ, регламентирующий порядок образования, права, обязанности, ответственность и организацию работы структурного подразделения;

– расписание.

Стрелки механизма:

– тренеры – люди готовые и способные к обучению детей;

– заместитель директора по спортивной работе – человек отвечающий за оформление договоров, сбор портфолио, контроль расписания и др.;

– спортивные залы;

– журнал – бумажный носитель, на котором фиксируются данные спортсменов.

В результате декомпозиции бизнес–процесса были выявлены основные этапы, представленные на рисунке 2:

– дети приходят вместе с родителями на прием, если их заинтересовала деятельность спортивной школы;

– заключается договор. По положению договор заключает родитель, также оплату совершает родитель.

После набора дети знакомятся с расписанием и приступают к тренировкам. Для поддержания боевого духа и фиксации развития спортивных навыков спортсмены регулярно участвуют в соревнованиях. Для определения честной конкуренции в дзюдо, самбо и СБЕ участники распределяются по возрастным группам, а соперники в поединках подбираются в соответствии с весовыми категориями, которые устанавливаются на основании результатов взвешивания, проводимого перед каждыми соревнованиями. Тренеры ведут журналы, в которых системно записываются результаты взвешивания спортсменов, на основании которых им выдаются рекомендации по питанию и тренировкам для достижения определенной цели по весу, так же по данным в журналах составляются заявки на соревнования. После проведения соревнований подводятся итоги, присваиваются разряды и пояса. Информация о полученных призовых местах хранится в файле Excel.

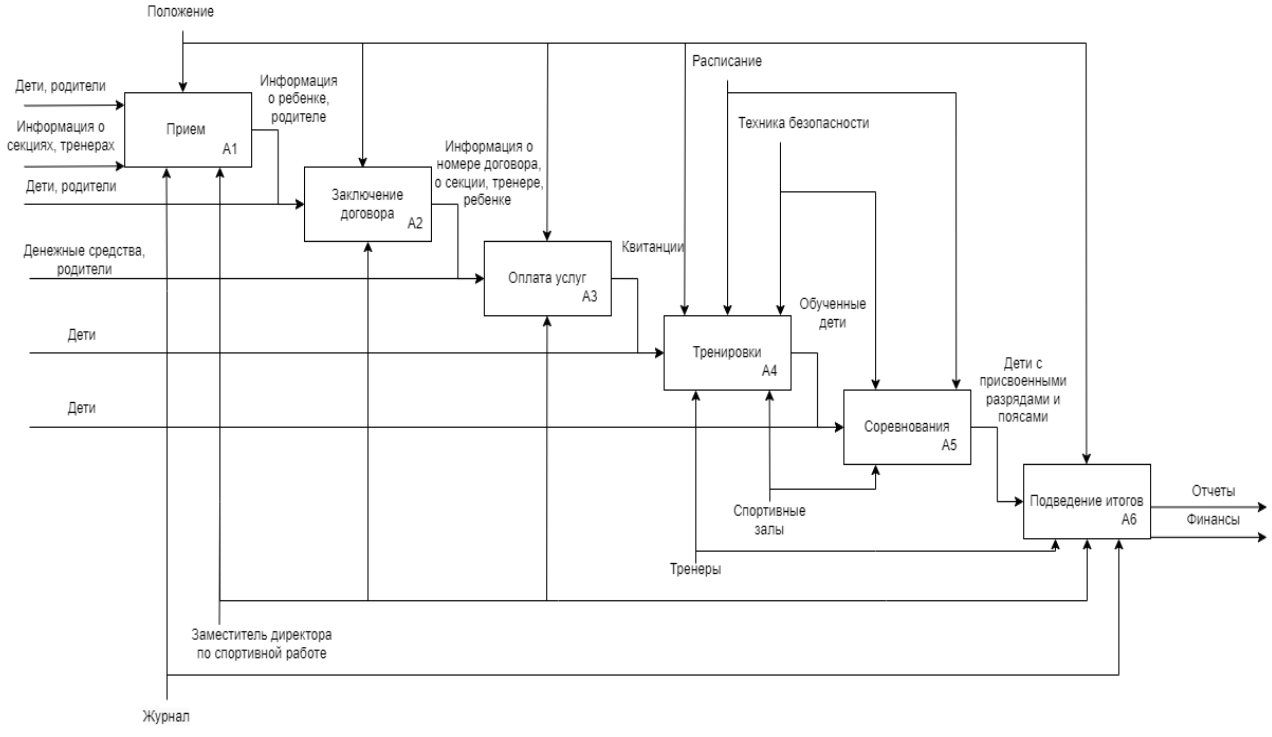


Рис. 53 – Декомпозиция контекстной диаграммы

Существующая система в организации имеет следующие недостатки:

– отсутствует информационное единство в системе – разрозненное хранение данных, потеря информации;

– процесс формирования отчетов, списков и других документов, необходимых для работы тренеров является усложненным;

– тренеры тратят много времени на рутинную работу по оформлению журналов, документации и т.д.;

– большинство спортсменов снижают свой вес за несколько дней до соревнований, чтобы получить конкурентное преимущество перед более лёгкими соперниками. Чтобы быстро снизить вес, спортсмены используют ряд агрессивных стратегий питания, поэтому многие из них подвергают себя высокому риску травм.

Для решения выявленных недостатков была разработана информационная система учета физического развития спортсмена и его достижений в виде веб–сайта. Для функционирования этой системы была разработана реляционная база данных, в которой были определены сущности и их связи [3].

Были выделены следующие сущности: спортсмен, соревнования, достижения, дневник калорий, группа, тренер, вид спорта, должности и связи:

1. Спортсмен–Группа, вид связи – многие–к–одному: один спортсмен может входить только в одну группу, в одну группу могут входить несколько спортсменов.
2. Спортсмен–Соревнования, вид связи – многие–ко–многим: один спортсмен может участвовать в нескольких соревнованиях, а одно соревнование может включать несколько спортсменов.
3. Соревнования–Достижения, вид связи – один–ко–многим: одно соревнование может иметь несколько достижений, но конкретное достижение относится только к одному соревнованию.
4. Спортсмен–Дневник калорий, вид связи – один–ко–многим: один спортсмен может иметь несколько записей в дневнике калорий, но каждая запись относится к конкретному спортсмену.
5. Тренер–Группа, вид связи – один–ко–многим: один тренер может обучать несколько групп, одну группу обучает только один тренер.
6. Тренер–Должности, вид связи – многие–к–одному: один тренер может иметь только одну должность, одна должность может относиться к нескольким тренерам.
7. Тренер–Вид спорта, вид связи – многие–к–одному: один тренер может работать только с одним видом спорта, один вид спорта может иметь несколько тренеров.

На основе выделенных сущностей и связей была составлена инфологическая модель данных, представленная на рисунке 3.

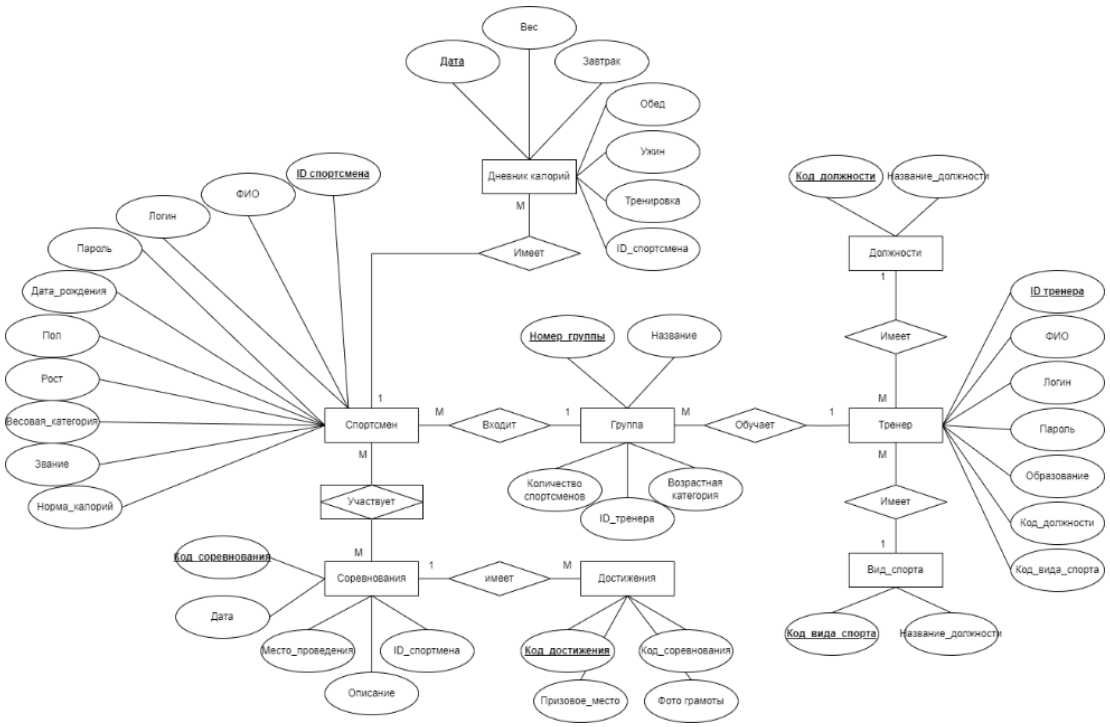


Рис. 3 – Инфологическая модель данных

Реализация БД была проведена в СУБД PostgreSQL, так как она сочетает в себе надежность, производительность, безопасность и открытый исходный код, что делает ее оптимальным выбором для разрабатываемой системы.

Система имеет клиент–серверную архитектуру. Рассмотрим диаграмму развертывания [4], на которой представлены узлы выполнения программных компонентов реального времени, а также процессов и объектов (рисунок 4).

Узлы системы:

1. Клиентское устройство (Спортсмен/Тренер)

Устройства (PC, планшет, мобильный телефон), через которые пользователи получают доступ к системе.

Функции:

– вход в систему;
– доступ к личному профилю;
– использование разделов для расчетов нормы калорий и записей в дневнике калорий.

2. Сервер приложений

Обрабатывает запросы от клиентских устройств и управляет бизнес–логикой приложения.

Компоненты:

– компонент аутентификации;
– компонент профиля спортсмена;
– компонент расчета калорийности;
– компонент дневника калорий;
– компонент списка соревнований и достижений;
– компонент профиля тренера;
– компонент управления группами;
– компонент управления достижениями и соревнованиями.

3. База данных

Хранилище для всей информации о пользователях, соревнованиях, достижениях и записей.

Данные:

– личная информация спортсменов
– записи дневника калорий
– список соревнований и достижений
– профили тренеров и их группы

Взаимодействие между узлами:

1. Клиентское устройство ↔ Сервер приложений

– устройства пользователей отправляют запросы на доступ к информации и обновление данных.

– ответы от сервера содержат необходимую информацию (например, данные профиля, результаты расчетов калорийности).

2. Сервер приложений ↔ База данных

– сервер обращается к базе данных для извлечения, обновления и хранения информации о спортсменах, тренерах, их достижениях и записях.

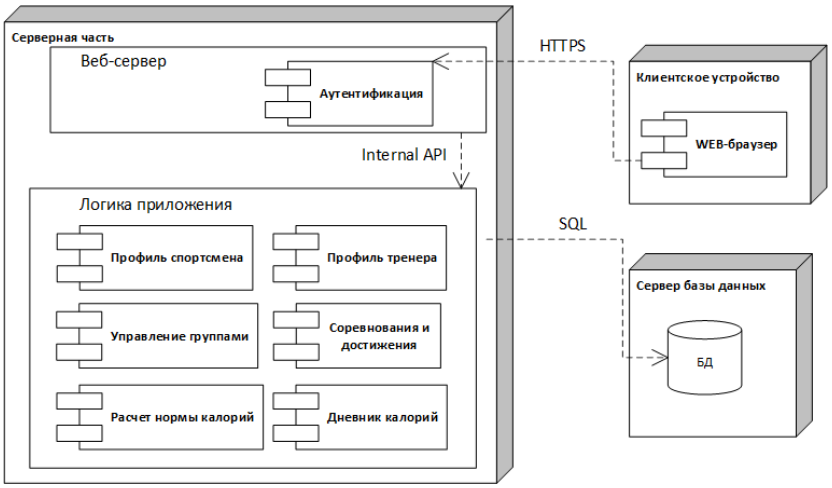


Рис. 4 – Диаграмма развертывания

Таким образом разрабатываемая система позволит вести автоматизированный учет физического развития спортсмена и его достижений, вносить личные данные спортсменов и хранить их долгое время, получать отчетные формы, что обеспечит информационное единство в системе, оптимизирует документооборот, освободит тренеров от рутинной работы и повысит эффективность тренировочного процесса. У спортсменов появится возможность отслеживать динамику изменения веса, калорийности и других показателей, что скажется положительно на их здоровье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устав МАУ ДО «СШОР им. А. Невского» [Электронный ресурс]. – URL: https://judo–31.ru/images/doc/norm_doc/2024/ustav–do–sshor–ima–nevskogo.pdf

2. Сайт МАУ ДО «СШОР им. А. Невского» [Электронный ресурс]. – URL: https://judo–31.ru/school/norm–doc

3. Нестеров С.А. Базы данных: учебник и практикум для вузов/ С.А. Нестеров. – 2–е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 258 с.// Образовательная платформа Юрайт: сайт. URL: https://urait.ru/viewer/bazy–dannyh–536687#page/2

4. Моисеев А.Н., Литовченко М.И. М74 Основы языка UML: учеб. пособие. – Томск: Издательство Томского государственного университета, 2023. – 96 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЩЕРБИНСКОГО БОЛЬНИЧНОГО ЛИФТА Г/П 320 КГ

Хаустов М. А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент, **Гамбург К.С.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Медицинские лифты играют ключевую роль в обеспечении эффективного и безопасного перемещения пациентов, медицинского оборудования и персонала внутри больниц. Они помогают оптимизировать потоки людей и грузов, улучшая качество обслуживания и сокращая время ожидания. Больничные лифты используются, как правило, в больницах, медицинских центрах, и домах престарелых.

С учетом всех этих технологических особенностей больничные лифты обеспечивают безопасность и надежность перемещения пациентов и оборудования в медицинских учреждениях. Использование современных технических решений позволяет эффективно удовлетворять особенные требования этой отрасли, в которой качество и скорость обслуживания имеют решающее значение для успеха лечения пациентов. [1].

Для наглядного представления о больничном лифте, обратимся к рисунку 1, представленному ниже:



Рис. 1 – Общий вид больничного лифта

По принципу работы больничные лифты отличаются от других типов лифтов. Это лифты, для которых важное значение имеет соответствие определенным критериям, таким как использование прочных материалов при изготовлении, удобство, конструкция кабины, обеспечивающая гигиенические условия в течение длительного времени, наличие систем вызова, беспрепятственность и легкость доступа.

Самой важной целью назначения целью больничных лифтов является обеспечение безопасной транспортировки. Рядом с больным на каталке обычно находится медицинский персонал. Также может присутствовать и родственник больного. Поэтому размеры кабины должны быть рассчитаны на размещение как минимум еще двух человек. Необходимо, чтобы

в лифте могли поместиться больной на каталке в положении лежа, медперсонал и сопровождающее лицо.

Одним из важных критериев больничных лифтов является высокая скорость лифта. В то же время больной, находящийся в лифте, не должен сотрясаться. Для здоровья пациента важно создавать системы, в которых движение лифта не ощущается. Перемещение в лифте для пациентов должно быть плавным. Не должно быть резких остановок, также не должны использоваться шумные механизмы, которые будут доставлять пациенту дискомфорт во время транспортировки [2].

Для того чтобы работа лифта была возможна, необходимо обустройство специального машинного отделения, которое создано на самом высоком этаже здания больницы.

В этом помещении установлен двигатель лифта, преобразователь и станция управления, представляющая собой аналог компьютера. Станция получает команды, когда пассажиры посылают их ей, нажимая на кнопки лифта. При этом компьютер связан с различными датчиками в кабине. Именно благодаря датчикам кабина знает, на каком она находится этаже и куда ей необходимо доставить пассажира.

Но и это еще не все – для полноценной работы лифта ему нужен еще и противовес – специальный груз, который опускается, когда кабина едет вверх, и наоборот поднимается в случае спуска лифта. Если бы противовеса не было бы, то двигателю подъемника было бы чрезвычайно трудно и энергозатратно каждый раз поднимать/опускать лифт.

Безопасность работы лифта обеспечивают сразу несколько факторов:

- наличие нескольких тросов. В случае обрыва одного или двух тросов, кабина будет держаться на оставшихся целых.;
- система тормозов. При обрыве тросов срабатывает специальный механизм, который блокирует кабину и не позволяет ей двигаться.
- ограничитель скорости. Для случаев, когда кабина все же сорвалась и падает, предусмотрен дополнительный тормоз, который замедляет скорость ее движения [3].

Существенным недостатком данного больничного лифта является электрическая составляющая электропривода, т.к. она устарела и нуждается в модернизации.

Наиболее эффективным и энергосберегающим решением при проведении модернизации является применение системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Система управления привода должна обеспечивать плавное регулирование частоты вращения вала двигателя, точное позиционирование, бесперебойную, экономичную работу.

На основании требований, предъявляемых к электродвигателю, был выбран электродвигатель 5АИ 132 S6 [4].

Для надежного управления работой больничного лифта требуется преобразователь частоты, который соответствует режиму работы: векторное управление. Выбираем преобразователь частоты MD520-4T5.5BS [5].

В преобразователе реализованы функции управления векторного типа, коммуникационные функции, а также функции диагностики и защиты.

Выбор сделан исходя из мощности, напряжения, номинального тока двигателя и требований, предъявляемых к электроприводу.

Модель асинхронного электропривода с векторной системой управления, представлена на рисунке 3.

Эта схема представляет собой моделирование работы привода с использованием векторного управления под нагрузкой.

Векторное управление обеспечивает возможность одновременного регулирования момента и скорости.

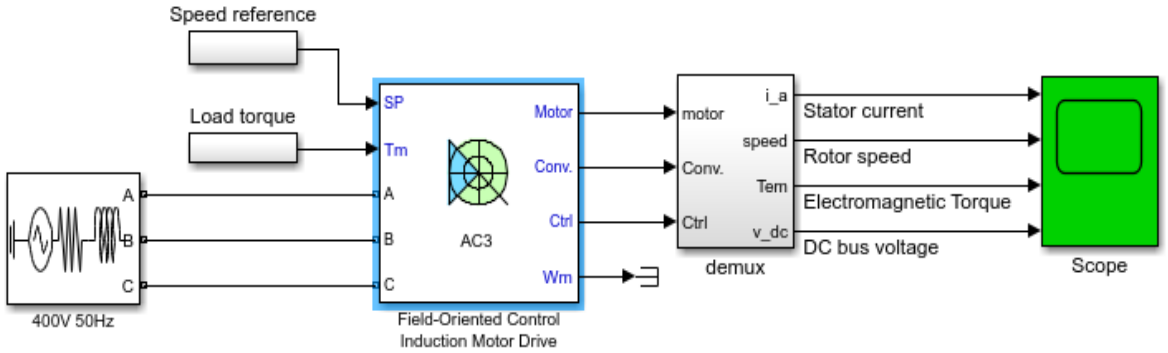


Рис. 3 – Модель электропривода с векторной системой управлением в MATLAB/Simulink

В результате моделирования асинхронного привода с векторным управлением, были получены графики, представленные на рисунке 4.

На данных графиках мы можем видеть отсутствие колебаний момента и скорости, значительных бросков тока, плавный пуск и торможение.

Все это подтверждает правильность моделирования и хорошую работу системы в целом.

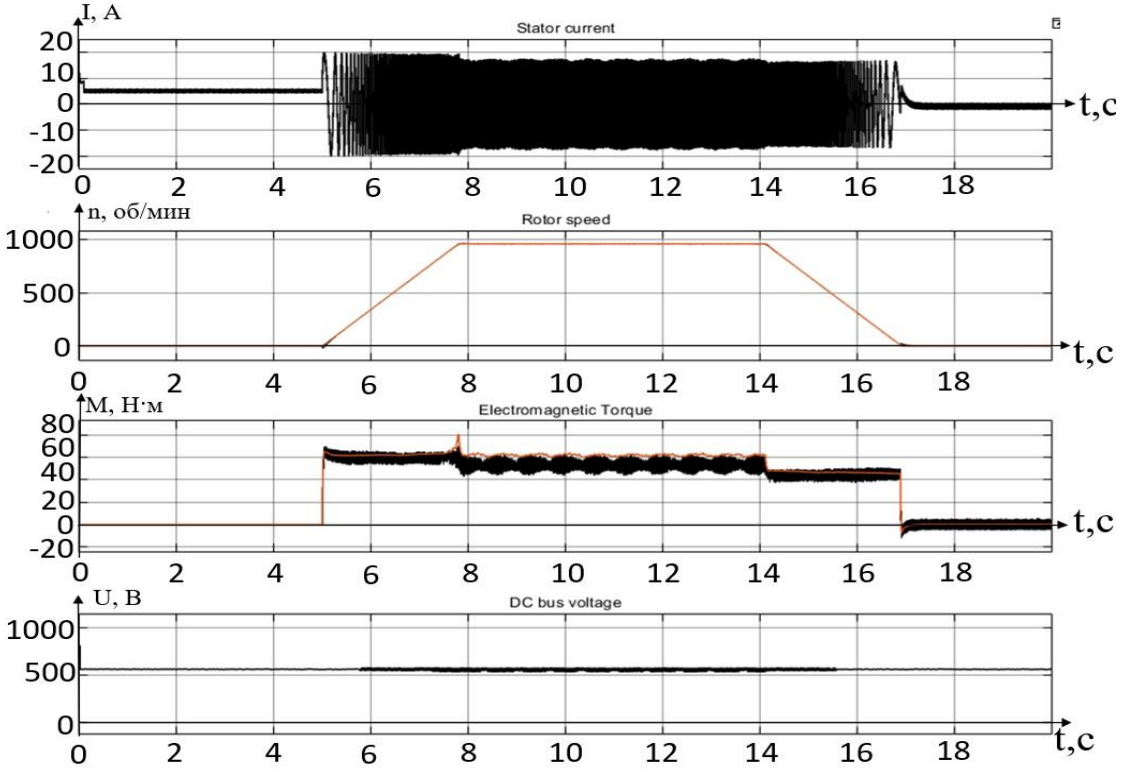


Рис. 4 – Графики результатов моделирования

Результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что выбранная система полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к системе управления электроприводом больничного лифта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. СЛМ [Электронный ресурс] – режим доступа - URL: https://crimea-lift.ru/новости/технологические-особенности-больничных-лифтов/ Технологические особенности больничных лифтов. (дата обращения: 10.04.2025)

2. CEO Elevator [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.ceoelevator.com/ru-ru/типы-лифтов/больничные-лифты Больничные лифты. (дата обращения: 10.04.2025)

3. Лифтспас [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.liftspas.ru/rabota_lifta/ Демонстрация работы схемы лифта.Как и по чему работает лифт (дата обращения: 10.04.2025)

4. dvizhok96.ru [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: http://web191868.redhamdemo.ru/katalog/obxhepromyshlennye-jelektrodvigateli-serii-air-a-4a-5a-ad-7aver/air132s6-adm132s6/ АИР132S6, АДМ132S6, A132S6 электродвигатель асинхронный общепромышленного назначения 5,5 кВт 960 об. мин. - dvizhok96.ru (дата обращения: 10.04.2025)

5. manualslib [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://www.manualslib.com/products/Inovance-Md520-4t22bs-T-13112554.html Inovance MD520-4T22BS-T Manuals | ManualsLib. (дата обращения: 10.0.2025)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО–АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫМИ КВЕСТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ IOT ТЕХНОЛОГИЙ

Хижниченко А.А., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Соловьев А.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Введение

Современные квест–игры продолжают завоёвывать аудиторию за счёт сочетания интерактивных загадок, ролевых элементов и командных испытаний. Рынок подобных услуг предъявляет новые требования к качеству сценариев и возможностям автоматизации. Технологии Интернета вещей (IoT) предлагают более гибкий и масштабируемый подход к управлению квестами, однако многие готовые решения остаются дорогостоящими или недостаточно универсальными.

Цель данной работы — обосновать и продемонстрировать возможность создания доступной, но при этом масштабируемой системы управления квестом, которая может охватывать до десяти контрольных точек без существенного роста затрат или потери надёжности. В качестве центральных элементов выбраны микроконтроллеры ESP32 и сервер на Python, поддерживающий WebSocket и UDP–протоколы.

Для достижения цели сформулированы следующие задачи:

- Изучить бизнес–процессы в сфере квестов;
- Сравнить имеющиеся на рынке решения;
- Определить ключевые проблемы;
- Разработать прототип контрольных точек и сервера для проведения игр;
- Провести испытания и проанализировать результаты.

Бизнес–процесс

В большинстве квест–проектов используется следующий типовой цикл:

1. Разработка сценария: выбирается тема, распределяются задания и роли.
2. Техническая подготовка: выделяется оборудование, часто закупаемое у частных лиц: контроллеры, заточенные под определённую логику работы, реле, датчики. Всё это требует тонкой настройки под конкретный сценарий и обычно не подразумевает быстрого изменения логики или масштабирования.
3. Помещение зонируется в соответствии со сценарием, но не адаптируется под запросы клиентов.
4. Регистрация игроков зачастую не предусмотрена. Отсутствует возможность отслеживать статистику и прогресс без специализированного ПО.
5. Проведение квеста сводится к разгадыванию загадок, поиску ключей и решению головоломок. Реиграбельность низкая, так как сценарий неизменен.
6. В завершении оператор квест–комнаты лишь благодарит игроков, статистика не сохраняется, а альтернативные сценарии отсутствуют.

Столь статичная схема характерна для многих форматов, но ведёт к ограниченной вариативности и высоким затратам на обслуживание.

Предлагаемое решение

Без системного подхода инновационные механики и гибкое масштабирование остаются недостижимыми.

- Серверная часть представлена на рисунке 1. Написана на Python с использованием асинхронных библиотек и протокола обмена данным WebSocket. Запускается на обычном ПК с Windows и предоставляет интерфейс для управления игрой (PyQt5).

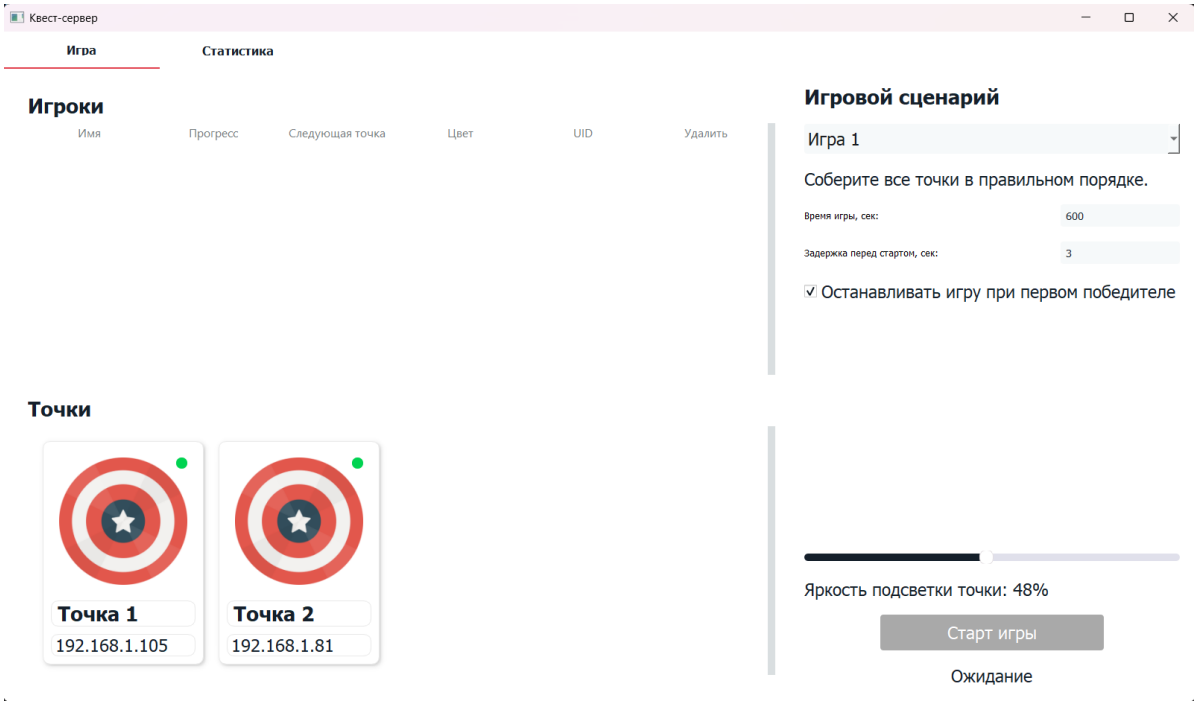


Рис. 1 – Серверная часть

- Контрольные точки Рисунок 2. ESP32 снабжены RFID–модулями (RC522), светодиодами (WS2812) и звуковыми сигналами. Считывание меток отправляется на сервер, который проверяет корректность и при успехе даёт команду на сигнал (свет, звук). В будущем предполагается, что при верном прохождении будет активироваться реле (например, для открытия замка).

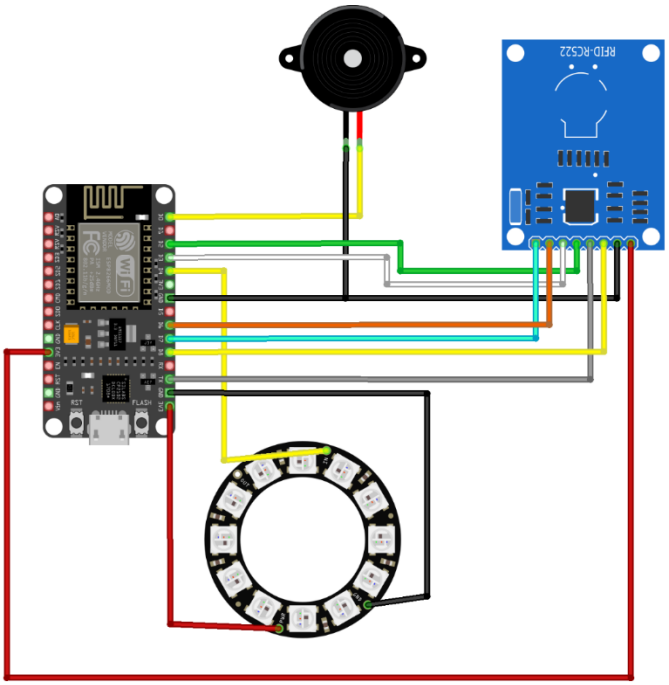


Рис. 2 – Схема аппаратной части контрольной точки

- Сценарная логика прописывается на сервере и имеет возможность выбора различных режимов, а также настройки индивидуальных параметров для каждого сценария.
- Масштабирование. Система поддерживает добавление до 10 и более точек; при подключении нового ESP32 достаточно настроить Wi–Fi и прописать параметры сервера.

Экономическая эффективность. ESP32 и RC522 стоят недорого, а Python–библиотеки бесплатны. Это даёт возможность использовать систему даже небольшим квест–комнатам. В результате создаётся универсальная платформа, которая может применяться в квест–комнатах, мобильных играх (выездные мероприятия), образовательных или муниципальных проектах.

Заключение

На основе проведённого анализа и экспериментов сформулированы следующие выводы:

- Логика, вынесенная на сервер, упрощает поддержку сценариев.
- ESP32 оптимален по сочетанию цены, производительности и беспроводных возможностей.
- WebSocket и UDP позволяют одновременно управлять устройствами и получать обратную связь почти в реальном времени.
- Система легко расширяется: при добавлении новых датчиков и узлов нет необходимости в полном рефакторинге.

В дальнейшем планируется разработка мобильного приложения для участников, а также усиление аналитических инструментов на сервере, чтобы автоматически определять сложные участки квеста и адаптировать геймплей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А. Н. Программирование на Python в примерах и задачах. — М. : Бомбора, 2024. — 616 с.
2. Златопольский Д. М. Основы программирования на языке Python. — М. : ДМК Пресс, 2017. — 284 с.
3. Федоров Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : учеб. пособие для прикладного бакалавриата. — М. : Юрайт, 2017. — 126 с.
4. Прокин А. А., Рузманов А. А. Использование веб–сокетов в интернет–приложениях // Вестник молодых ученых. — 2019. — № 4. — С. 123–130.
5. Басс Г. Асинхронный веб, или что такое веб–сокеты [Электронный ресурс] // Tproger.ru. — URL: https://tproger.ru/translations/websockets–intro/ (дата обращения: 01.04.2025).
6. Крючков А. Разработка квеста для игры: основные принципы построения [Электронный ресурс] // Klona.ru. — 2023. — URL: https://klona.ru/blog/gamedesign/kak–sozdayutsya–kvesty/ (дата обращения: 01.04.2025).
7. Филиппенко В. Как устроена индустрия квестов: взгляд изнутри [Электронный ресурс] // Афиша Daily. — 2017. — URL: https://daily.afisha.ru/brain/5241/ (дата обращения: 01.04.2025).
8. Кранц М. Интернет вещей: новая технологическая революция / пер. с англ. З. Мамедьярова. — М. : Эксмо, 2018. — 336 с.
9. Макаров С. Л. Arduino UNO и Raspberry Pi 3: от схемотехники к интернету вещей. — М. : ДМК Пресс, 2019. — 202 с.
10. Петин В. Создание умного дома на базе Arduino. — М. : ДМК Пресс, 2018. — 182 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУТП СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СМАЗОЧНОГО МАСЛА ДРОБИЛКИ METSO МК–II–60–89 ФДИРР АО «ЛГОК»

Часовских А.В., студент
Научный руководитель – к.т.н., **Халапян С.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Одним из важнейших вспомогательных агрегатов, обеспечивающих нормальное функционирование дробилки Metso МК–II–60–89 ФДиРР АО «ЛГОК» является система охлаждения смазочного масла.

Поддержание температуры смазочного масла не только напрямую определяет производительность и эффективность работы оборудования, но и предотвращает преждевременный износ оборудования. Модернизация АСУТП системы охлаждения смазочного масла подразумевает, в частности, разработку математической модели контура регулирования температуры.

Функциональная схема разрабатываемого контура, приведенная на рис. 1, позволяет определить структуру модели. Регулирование температуры происходит путем изменения производительности охлаждающих вентиляторов.

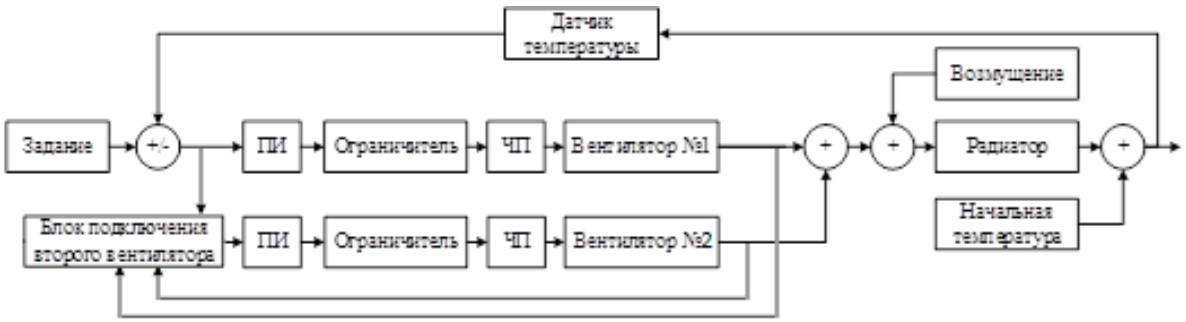


Рис. 1 – Функциональная схема

Согласно представленной схеме, задание по температуре, сформированное на верхнем уровне управления, подаётся на элемент сравнения, на котором сравнивается с фактической температурой масла, полученной посредством датчика температуры. После этого полученное рассогласование поступает на ПИ регулятор, который формирует управляющее воздействие на частотный преобразователь, подающий напряжение на привод первого вентилятора. Также на схеме представлен блок подключения второго вентилятора, который производит его включение/выключение в зависимости от текущей загруженности вентиляторов. После блока подключения второго вентилятора идёт ПИ регулятор, который формирует управляющее воздействие на частотный преобразователь, подающий напряжение на привод второго вентилятора.

Для проведения моделирования разработанного контура был выбран программный комплекс прикладных программ Matlab. Математическая модель представлена на рис. 2. Результаты моделирования приведены на рис. 3.

На основе полученной модели контура регулирования температуры была смоделирована ситуация, при которой начальное значение уставки по температуре равнялось 35ºС, а начальная температура масла – 39ºС, и системе удалось её снизить до заданного уровня за 12 минут. При этом вначале работало два вентилятора, а после выхода на задание – только первый. После этого на 30 минуте уставка по температуре была повышена до 37ºС, система уменьшила обороты вентилятора и вышла на задание за 4 минуты. Затем уставка по температуре масла уменьшилась до 33ºС, и система за счёт подключения второго вентилятора смогла выйти на задание за 6 минут. На 80 минуте было подано возмущающее воздействие,

которое было быстро отработано системой. На 110 минуте задание по температуре было увеличено до 34 ºС, система вышла на задание за 3 минуты.

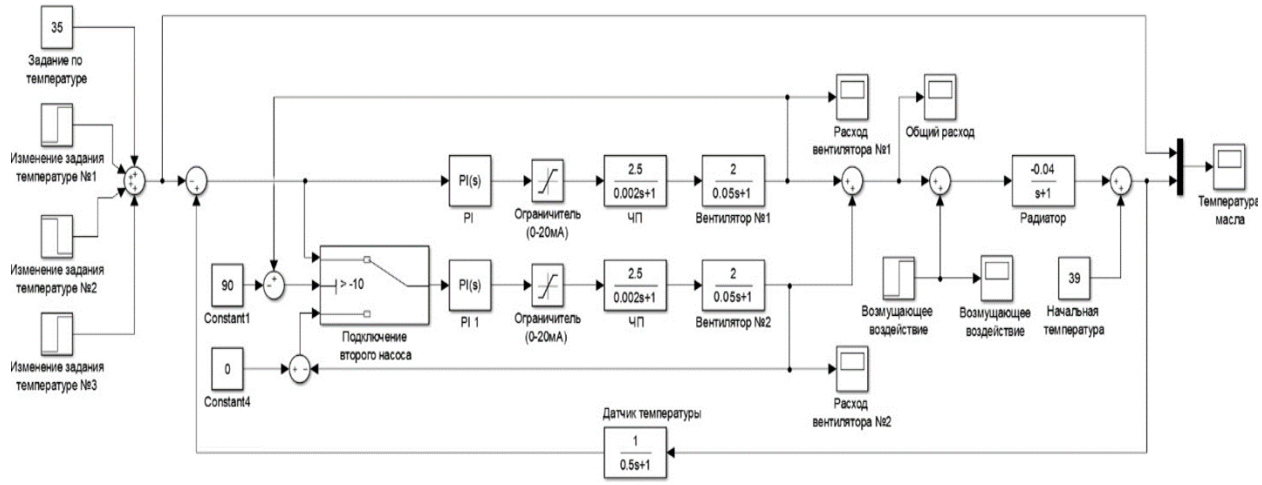


Рис. 2 – Математическая модель

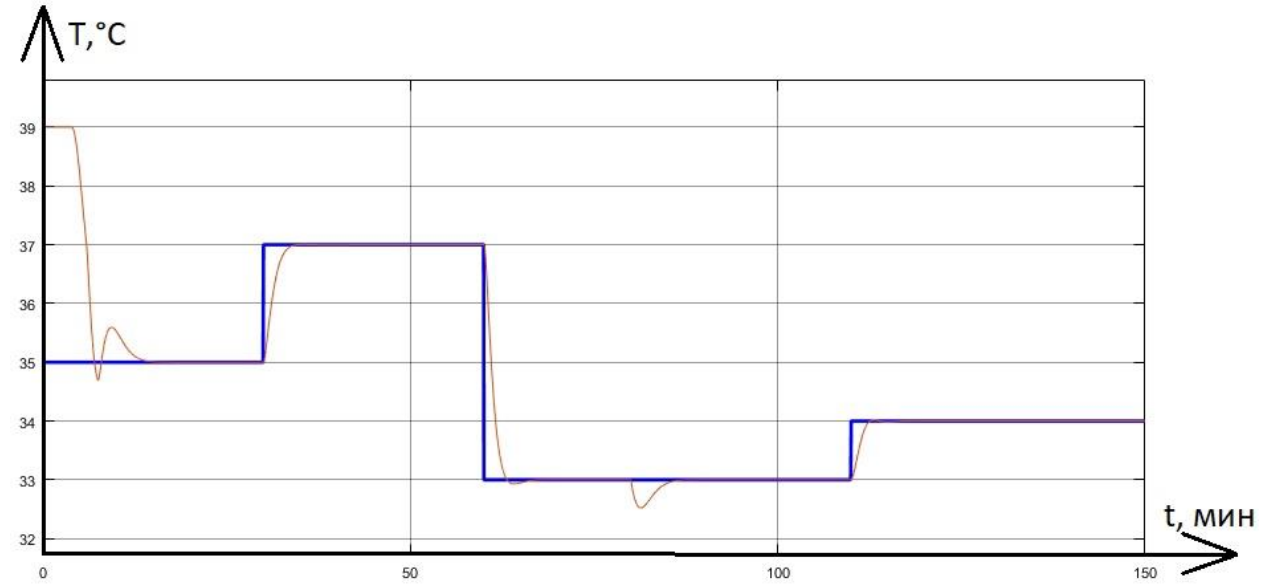


Рис. 3 – График переходного процесса в контуре регулирования температуры масла

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисян, Д.А. Автоматизация проектирования электрических систем. / Д.А. Аветисян. – М.: Высшая школа, 2005. – 511 с.

2. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. – М.: КолосС, 2006. – 352 с.

3. Брюханов, В.Н. Автоматизация производства. / В.Н. Брюханов. – М.: Высшая школа, 2005. – 367 с.

4. Виноградов, В.М. Автоматизация технологических процессов и производств. Введение в специальность: Учебное пособие / В.М. Виноградов, А.А. Черепахин. – М.: Форум, 2018. – 305 с.

5. Дьяконов В.Д, Круглов В.С. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – Санкт–Петербург.: Питер. 2002. – 480 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩИМ РОБОТОМ

Чуева Е.С., студент
Станкевич В.Е., магистрант
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

В прошлой статье была решена обратная задача кинематики, откуда следуют следующие формулы (1), (2):

$$Q_1 = arccos\left(\frac{x}{y}\right) - arccos\left(\frac{L_1^2+y^2-L_2^2}{2*y*L_1}\right) \quad (1)$$

$$Q_2 = \pi - arccos\left(\frac{L_1^2+L_2^2-y^2}{2*L_1*L_2}\right) \quad (2),$$

где L1–длина звена от основания тела робота, L2 – длина звена от места сочленения с первым звеном до поверхности.

Возникла необходимость в построении системы управления для реализации движения робота.

Для решения этой задачи воспользовались программой, написанной на языке Python, которая позволила получить массив данных для восьми сочленений робота (четыре лапы по два сочленения). Здесь используются библиотеки ikpy, numpy, matplotlib.pyplot. Задав необходимые параметры, такие как длина тела, ширина тела, длина верхней части лапы, длина нижней части лапы, высота от тела до пола, длина шага, амплитуда шага.

```
import mpl_toolkits.mplot3d.axes3d as p3


deg2rad = pi/180
rad2deg = 180/pi

# Dimensions Bittle (should not be changed - all values in cm)
upperArmLength = 4.5
lowerArmLength = 5.5
bodyLength_____= 12.0
bodyWidth______= 11.5

# Variable parameters
distanceFloor__= 8.0    # Distance torso to floor
stepLength_____= 2.5    # Longitudinal movement of each paw within one period
swingHeight____= 0.5   # Amplitude for swing
swingFactorLegs = 2    # Increase swing amplitude for legs
leanForward = __0.0      # Shifting torso in x-direction
stanceFront = 0.0       # Distance of front paws from shoulder in x-direction
stanceBack = 1.0         # Distance of back paws from hip in negative x-direction

# Number of Frames
frames = 57

# Kinematic chain of Bittle
```

Рис. 54 – Заданные нами параметры

Полученный массив данных углов поворота каждого сочленения:

```
[31, 18, 54, 24, 30, 17, 54, 22, ],
[32, 17, 56, 21, 29, 19, 54, 23, ],
[34, 17, 56, 18, 29, 18, 55, 24, ],
[35, 17, 56, 15, 30, 18, 55, 25, ],
[36, 16, 56, 12, 30, 18, 55, 26, ],
[38, 16, 54, 9, 31, 18, 55, 27, ],
[39, 16, 51, 7, 31, 18, 56, 28, ],
[41, 16, 47, 7, 32, 18, 56, 28, ],
[42, 16, 43, 7, 33, 17, 56, 29, ],
[43, 16, 38, 9, 34, 17, 56, 30, ],
[44, 16, 33, 11, 35, 17, 56, 30, ],
[46, 16, 29, 14, 36, 17, 56, 31, ],
[47, 17, 25, 17, 37, 16, 56, 31, ],
[48, 17, 22, 20, 38, 16, 56, 31, ],
[49, 17, 20, 23, 39, 16, 56, 31, ],
[49, 18, 20, 23, 40, 16, 59, 26, ],
[50, 18, 20, 23, 41, 16, 62, 21, ],
[51, 19, 20, 23, 43, 16, 64, 15, ],
[52, 19, 21, 23, 44, 16, 65, 10, ],
[52, 20, 21, 23, 45, 16, 64, 5, ],
[53, 21, 22, 22, 46, 16, 63, 2, ],
[53, 21, 23, 22, 47, 17, 60, 0, ],
[53, 22, 24, 21, 48, 17, 56, -1, ],
[54, 22, 25, 21, 49, 18, 51, 0, ],
```

Рис. 55 – Полученный массив данных

Также получаем анимацию движения робота. Пример кадра из анимации:

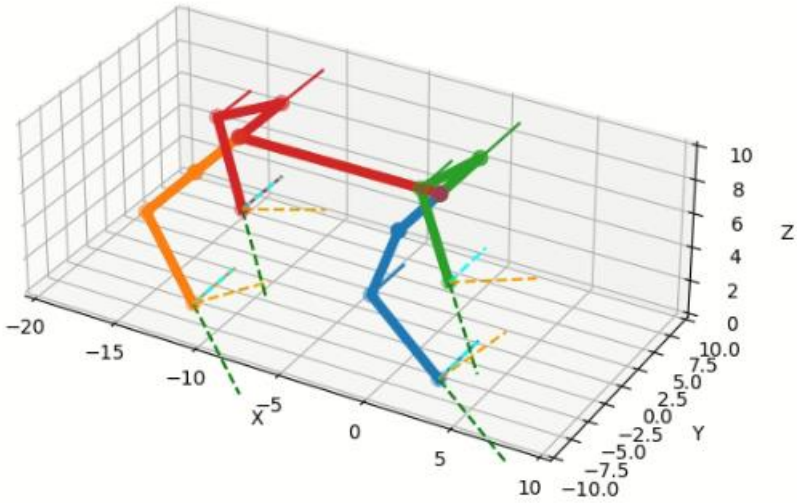


Рис. 56 – Пример кадра из анимации

Полученный массив данных нужно перевести в градусы для поворотов сервоприводов.

На выходе получили массив углов поворотов сервоприводов. Этот массив данных заносим в код и подаём на сервоприводы.

Пример кода для отработки движения:

```
for (int i=0; i<57; i++){
  high1.write(mas[i][4]+40); //задняя правая лапка
  low1.write(-mas[i][5]+130);//
  high2.write(mas[i][2]+19);  //передняя правая лапка
  low2.write(-mas[i][3]+115);
  high3.write(140-mas[i][6]); //задняя левая лапка
  low3.write(mas[i][7]+70);
  high4.write(159-mas[i][0]); //передняя левая лапка
  low4.write(mas[i][1]+45);
  delay(20);
}
```

Рис. 57 – Пример кода

В схему добавили ультразвуковой датчик HC–SR04 [1].



Рис. 58 – Ультразвуковой датчик HC–SR04

Ультразвуковой дальномер измеряет расстояние между датчиком и объектом с помощью эхолокации. Передатчик излучает ультразвуковую волну на частоте, неуловимой человеческим слухом. Достигая препятствие, сигнал отражается и возвращается на эхо–приёмник. Зная время, за которое звук проходит от передатчика до приемника, рассчитывается расстояние до объекта [2]. Диапазон дальности измерения датчика составляет от 2 до 400 см [3].



Рис. 6 – Принцип работы

Схема подключения показана на рисунке 7 [1].

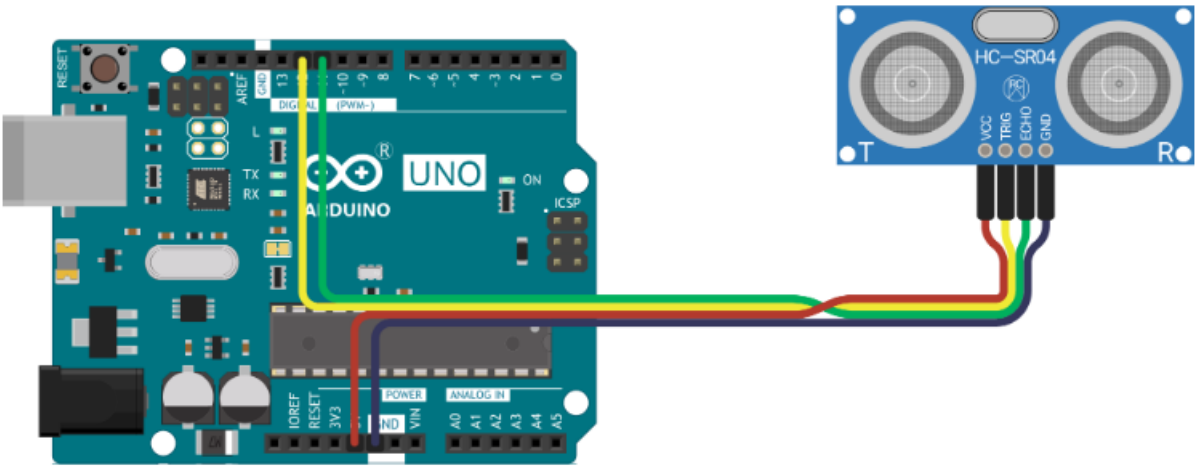


Рис. 59 – Схема подключения

Реализовали систему управления так, чтобы робот перемещался и во время движения замерял расстояние до ближайшего препятствия. При расстоянии 10 сантиметров до препятствия робот останавливается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ультразвуковой дальномер HC–SR04: руководство по использованию URL: https://wiki.iarduino.ru/page/ultrazvukovoy–datchik–izmereniya–rasstoyaniya–hcsr04/?ysclid=m9a0c1h2y9386913943 (дата обращения 08.04.2025)

2. Arduino HC–SR04 ультразвуковой датчик расстояния URL: https://роботехника18.рф/ультразвуковой–датчик–ардуино/ (дата обращения 08.04.2025)

3. Ультразвуковой датчик расстояния Ардуино HC–SR04 URL: https://arduinomaster.ru/datchiki–arduino/ultrazvukovoj–dalnomer–hc–sr04/ (дата обращения 08.04.2025)

АЭП НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ЭКСТРАКЦИОННОГО КОРПУСА ООО «ЧЕРНОЗЕМЬЕ»

Шаруев С.Р., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

ООО «Черноземье» – завод, который производит растительные масла. Он основан в 2012 году. Завод расположен в с. Тербунах Липецкой области и специализируется на производстве растительных масел, таких как подсолнечное масло, а также шротов (отходов переработки семян, используемых для производства кормов). Производственные мощности завода ежедневно перерабатывает свыше 2 000 тонн сырья, производя при этом до 900 тонн растительного масла и до 740 тонн шрота.

Насосная станция водоподготовки – это часть сооружения, предназначенная для перекачивания чистой воды в подготовительно–прессовый цех, где происходит измельчение семян и получение масла методом прессования. Станция расположена в цехе гидратации (рис. 1) и оснащена двумя центробежными насосами производительностью 200 м³/ч с напором воды 55–60 м. Насосы оборудованы асинхронными электродвигателями мощностью 45 кВт и синхронной частотой вращения 3000 об/мин (поз. 4 и 4.1, рис. 1).

Цех гидратации (помещ. 20, рис. 1) – цех маслоэкстракционного завода, где происходит удаление из растительного масла фосфорсодержащих веществ с помощью горячей воды при температуре 65–70 °С. Это происходит после экстракционного корпуса и завершает стадию в технологии производства растительных масел, так как гидратованные масла устойчивы к хранению и транспортировке.

Водоподготовка (помещ. 22, рис. 1) – обработка воды, поступающей из природного водоисточника, для приведения её качества в соответствие с требованиями технологических потребителей. Заключается в удалении из воды взвешенных грубодисперсных и коллоидных примесей, химических и микробиологических загрязнений.

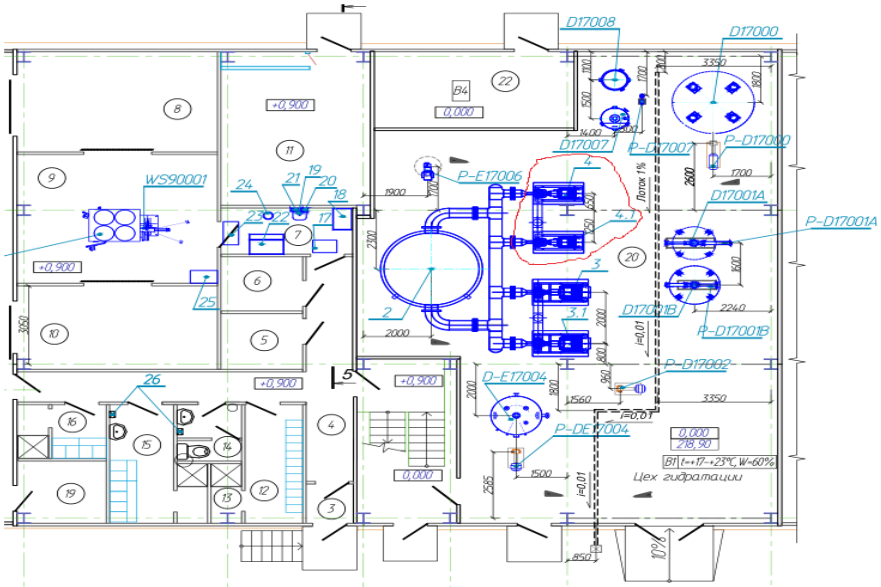


Рис. 1 – Схема цеха гидратации. Насосная станция водоподготовки, где выделена

Для перекачки воды в подготовительно–прессовый цех планируется применение центробежного насоса ЦНК 80/200.219–45/2–400, изображённого на рис. 2. Его параметры:

– производительность — 200 м³/ч,

– напор воды — 57,5 м,

– КПД — 77%.



Рис. 2 – Центробежный насос ЦНК 80/200.219–45/2–400

Для работы с центробежным насосом ЦНК 80/200.219–45/2–400 подбираем асинхронный электродвигатель ВЭМЗ (Владимирского электромоторного завода) 5А200L2 (рис. 3). Техническая характеристика асинхронного двигателя представлены в таблице 1.



Рис. 3 – Асинхронный электродвигатель ВЭМЗ 5А200L2

Таблица 1 – Техническая характеристика асинхронного электродвигателя ВЭМЗ 5А200L2

Параметры	Значение
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная мощность, кВт	45
Номинальная скорость, об/мин	2940
Синхронная скорость, об/мин	3000
Номинальный крутящий момент, Н · м	146
КПД при нагрузке 100%, %	93,4
Номинальный коэффициент мощности (cosφ)	0,9
Номинальный ток, А	81,3
Относительный пусковой момент Km	2,4
Относительный пусковой ток Ki	7,4
Относительный критический момент λ	3
Момент инерции J, кг · м^2	0,15
Число полюсов p	1
Частота питающей сети f, Гц	50
Количество фаз	3
Степень защиты	IP54
Класс изоляции	F
Номинальный режим работы	S1 (продолжительный)

Для сравнения рабочих параметров (пусковой ток, скорость вращения, момент нагрузки) с номинальными значениями, указанными в паспорте двигателя, смоделируем прямой пуск асинхронного электродвигателя ВЭМЗ 5А200L2 в ПО (программном обеспечении) MatLab Simulink (рис. 4).

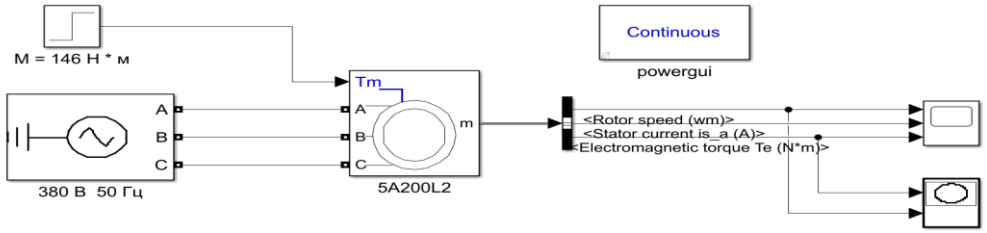


Рис. 4 – Модель прямого пуска асинхронного электродвигателя ВЭМЗ 5А200L2

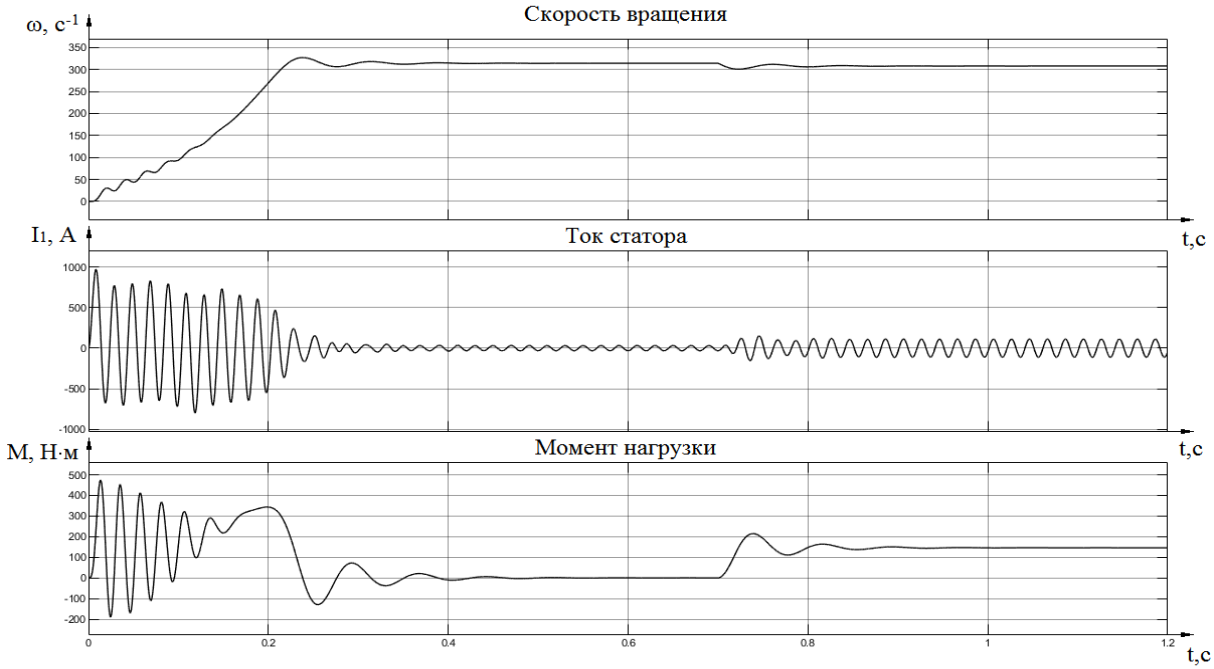


Рис. 5 – Результат моделирования прямого пуска асинхронного электродвигателя ВЭМЗ 5А200L2

Из рис. 5 видно, что:

– если момент нагрузки электродвигателя составляет 0 Н · м, то номинальная скорость вращения составляет 314,2 $с^{-1}$ и ток статора в амплитудном значении – 32,23 А, но действующее значения тока – 22,79 А.

– если момент нагрузки электродвигателя составляет 146 Н · м, то номинальная скорость вращения составляет 307,9 $с^{-1}$, и ток статора в амплитудном значении – 111,8 А, но действующее значения тока – 79 А.

Исходя из полученных данных производится выбор преобразователя частоты INSTART LCI–G37/P45–4 (рис. 6).

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты INSTART LCI–G37/P45–4

Технические параметры	Значение
Номинальная мощность для общепромышленного режима G, кВт	37
Номинальный выходной ток для общепромышленного режима G, А	75
Номинальная мощность для насосного режима P, кВт	45

Номинальный выходной ток для насосного режима P, A	90
Номинальное напряжение, В	380



Рис. 6 – Преобразователь частоты INSTART G37/P45–4

Воспользуемся скалярное управление при вентиляторной нагрузке и проводим моделирование.

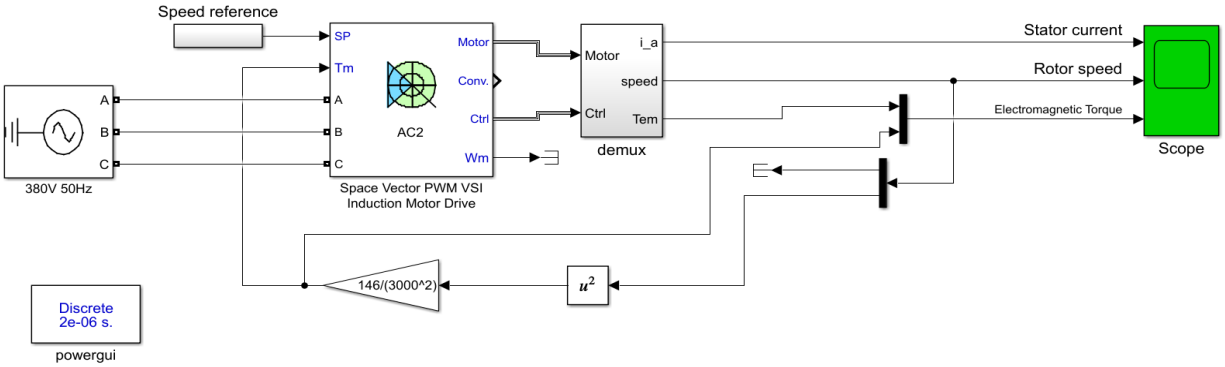


Рис. 7 – Структурная схема асинхронного электродвигателя со скалярным управлением при вентиляторной нагрузке

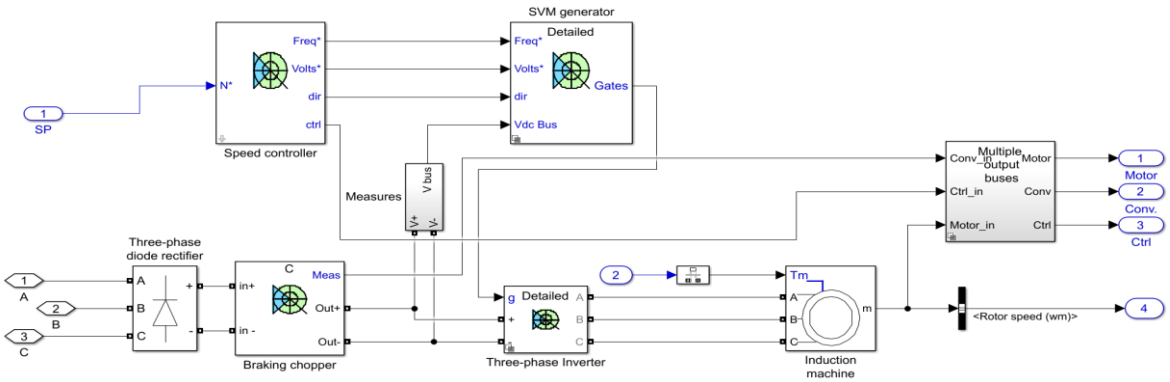


Рис. 8 – Модель скалярного управления асинхронного электродвигателя

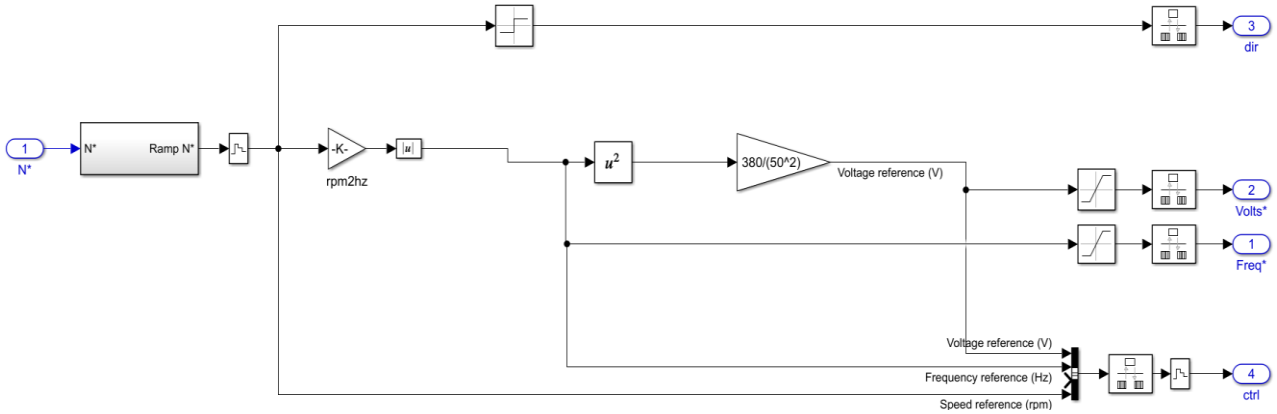


Рис. 9 – Модель задатчика закона регулирования

Блок ограничения напряжения: (20..380) В.

Блок ограничения частоты: (5..50) Гц.

Получаем результат моделирования скалярного управления при вентиляторной нагрузке асинхронным электродвигателем (рис 10).

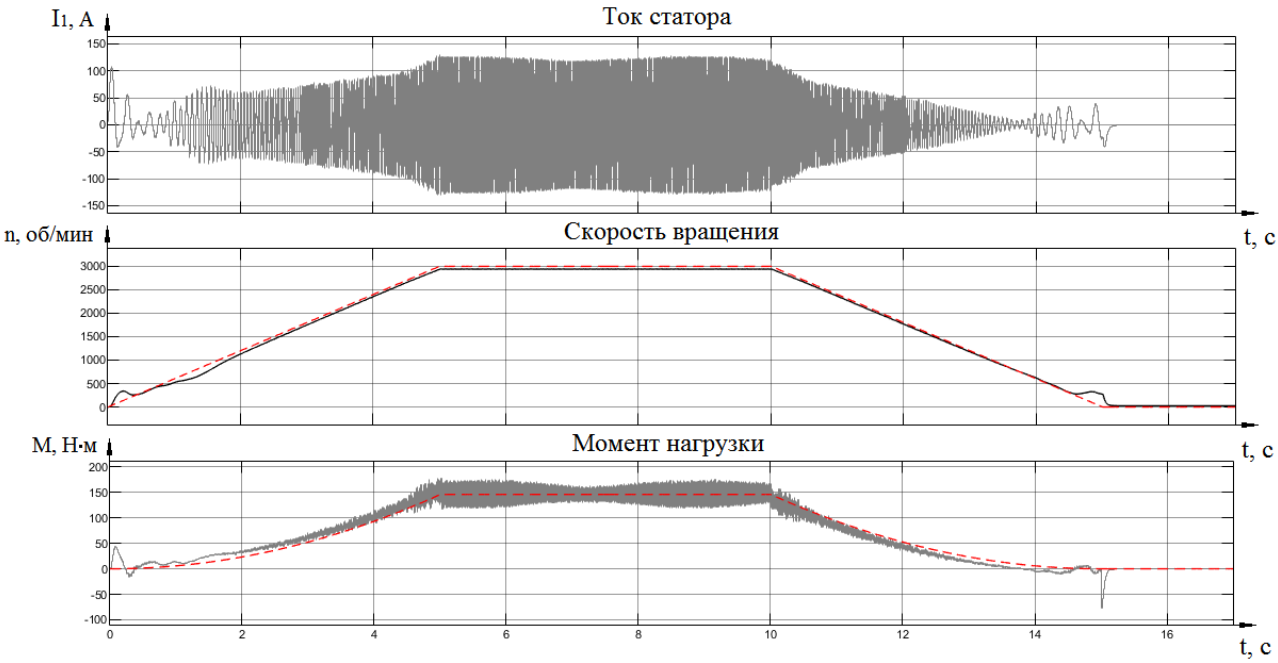


Рис. 10 – Результат моделирования скалярного управления при вентиляторной нагрузке асинхронным электродвигателем ВЭМЗ 5А200L2

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что система управления асинхронного электродвигателя рассчитана верно и работает правильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асинхронный электродвигатель ВЭМЗ 5А200L2 [Электронный ресурс]: – режим доступа – URL: https://nt–g.ru/product/259–5a200l2–elektrodlvigatel–45–kvt–2940–ob–trehfaznyj–ru.html (дата обращения: 31.03.2025)

2. ООО «Черноземье» [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://exoil.org/llc–chernozemye/ (дата обращения: 31.03.2025)

3. Насос ЦНК–80/200.219–45/2–400 [Электронный ресурс]: – режим доступа – URL: https://tehno–centr.su/p/141083237–nasos–irtysh–cnk–80–200–219–45–2–400/?ysclid=m8gg3y3638665581398 (дата обращения: 31.03.2025)

4. Преобразователь частоты INSTART LCI–G37/P45–4 [Электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://mmexpert.ru/shop/chastotnye–preobrazovateli/instart/lci–dlya–obshchepromyshlennykh–primeneniy/preobrazovatel–chastoty–seriya–lci–model–lci–g37–p45–4/ (дата обращения: 31.03.2025)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УЧЕТА ВЕЛОТРАНСПОРТА ООО «САМОКАТ»

Шелякин Д.Д., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Соловьев А.Ю.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Современные сервисы доставки, такие как «Самокат», используют велотранспорт для быстрой логистики в городах [1]. Однако отсутствие автоматизации учета велосипедов, предоставляемых курьерам, усложняет управление парком. В «Самокат» учет ведется вручную через бумажные журналы, что вызывает временные издержки, ошибки и затрудняет анализ состояния парка. Это нагружает администраторов ЦФЗ, замедляет работу курьеров и повышает риск потерь. Реляционные СУБД позволяют структурировать данные, автоматизировать процессы и обеспечить быстрый доступ к информации [2]. Работа посвящена созданию базы данных ИС для решения этих проблем.

Традиционный подход к учету велотранспорта в «Самокат» имеет следующие недостатки:

- Длительность процессов: ручное внесение данных в журналы занимает значительное время, особенно при большом количестве курьеров.
- Ошибки учета: отсутствие автоматизированных проверок целостности данных приводит к дублированию или пропуску записей.
- Ограниченный анализ: бумажные носители затрудняют мониторинг состояния парка в реальном времени и ретроспективный анализ.

Использование ИС с базой данных позволяет:

- Централизовать хранение информации о велосипедах, велозамках и курьерах.
- Автоматизировать обновление статусов инвентаря, исключая ручные ошибки.
- Обеспечить быстрый доступ к данным через фильтрацию и поиск.

Цель: разработать базу данных ИС для оптимизации учета велотранспорта в компании «Самокат» и оценить ее влияние на эффективность бизнес–процессов.

Задачи:

1. Проанализировать существующие бизнес–процессы учета велотранспорта и выявить их недостатки.
2. Разработать инфологическую и даталогическую модели базы данных для автоматизации учета.
3. Обосновать выбор СУБД с учетом требований компании.
4. Описать алгоритмы работы клиентской и серверной частей ИС.
5. Оценить влияние автоматизации на временные затраты и условия труда в ЦФЗ.

В современных сервисах доставки применяются различные подходы к автоматизации учета активов:

1. Специализированные системы: программы, такие как ERP–модули для логистики, предлагают готовые решения, но требуют адаптации под специфику велотранспорта.
2. Универсальные инструменты: платформы вроде Airtable или Notion обеспечивают гибкость, но сложны в настройке и не поддерживают сложные взаимосвязи данных.
3. СУБД: реляционные базы данных (MySQL, PostgreSQL) предоставляют мощные средства для структурирования данных и автоматизации процессов, но требуют разработки ИС с нуля.

Для «Самокат» оптимальным является третий подход, так как он позволяет интегрировать ИС в существующую инфраструктуру, обеспечивая высокую производительность и масштабируемость.

Для выбора СУБД были определены следующие критерии:

- Функциональная полнота: поддержка сложных связей между сущностями (велосипеды, замки, курьеры, журналы).
- Скорость обработки: обеспечение быстрого доступа к данным в реальном времени.
- Гибкость: возможность интеграции с микросервисной архитектурой [4].
- Доступность: соответствие ограничениям, связанным с использованием Open Source решений в РФ.

Сравнение популярных СУБД показало, что MySQL обладает преимуществами в скорости работы со средними базами данных и гибкостью API, что делает ее предпочтительным выбором по сравнению с PostgreSQL, SQLite и MongoDB. Сравнение существующих подходов к учету активов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение решений для учета велотранспорта

Критерий	Бумажный журнал	Airtable	MySQL (разработанная ИС)
Функциональная полнота	Низкая	Средняя	Высокая
Скорость доступа	Низкая	Средняя	Высокая
Гибкость	Отсутствует	Высокая	Высокая
Многопользовательская работа	Нет	Да	Да
Стоимость	Низкая	Freemium	Разовая разработка

Разработанная ИС на основе MySQL превосходит существующие методы по всем ключевым параметрам, обеспечивая автоматизацию и интеграцию с инфраструктурой «Самокат».

Автоматизация учета велотранспорта сокращает временные затраты на 60–70%:

- Создание записи в журнале занимает 15–20 секунд вместо 2–3 минут.
- Ретроспективный анализ доступен в реальном времени, а не требует ручного пересчета.
- Условия труда администраторов выравниваются за счет устранения рутинных операций.

Качество учета повышается благодаря исключению ошибок и дублирования. Курьеры быстрее выходят на смену, так как взаимодействие с терминалом минимизирует коммуникацию с администратором. Экономический эффект достигает 10% сокращения годовых затрат на обслуживание велотранспорта (500 тыс. руб. из 5 млн. руб.), что подтверждено расчетами окупаемости за 1 год [5].

Инфологическая модель разработана в нотации Питера Чена и включает следующие сущности:

1. ЦФЗ: хранит данные о центрах формирования заказов (адрес, идентификатор).
2. Персонал: содержит информацию о сотрудниках (имя, фамилия, возраст).
3. Курьеры: расширение сущности «Персонал» с номером телефона и статусом.
4. Администраторы: расширение «Персонал» с данными авторизации и привязкой к ЦФЗ.
5. Велотранспорт: информация о велосипедах (идентификатор, производитель, статус).
6. Велозамки: данные о замках (идентификатор, координаты, статус).
7. Статусы: справочник статусов записей (например, «в аренде», «свободен»).
8. Журнал: ключевая сущность, связывающая курьеров, велосипеды, замки и ЦФЗ с временными метками.

Модель обеспечивает целостность данных через связи «один–ко–многим» и «многие–ко–многим», что позволяет отслеживать аренду в реальном времени.

На основе инфологической модели создана даталогическая модель в MySQL. Структура таблиц включает:

- Persons: базовая таблица персонала с первичным ключом PersonID.
- Courier: таблица курьеров с внешним ключом к Persons и полем статуса.
- Admins: таблица администраторов с хэшированным паролем и привязкой к ЦФЗ.
- Occ: таблица ЦФЗ с географическими данными.
- Bicycles: таблица велосипедов с датами техосмотра и статусом.
- Bicycles_locks: таблица замков с координатами GPS/ГЛОНАСС.
- Journal: основная таблица журнала с составным первичным ключом (Journal_ID, Journal_Date, Occ_ID).

Для обеспечения целостности данных реализованы триггеры, автоматически обновляющие статусы велосипедов и замков при изменении записей в журнале. Например, триггер journal_AFTER_INSERT блокирует инвентарь при аренде, предотвращая аномалии вставки.

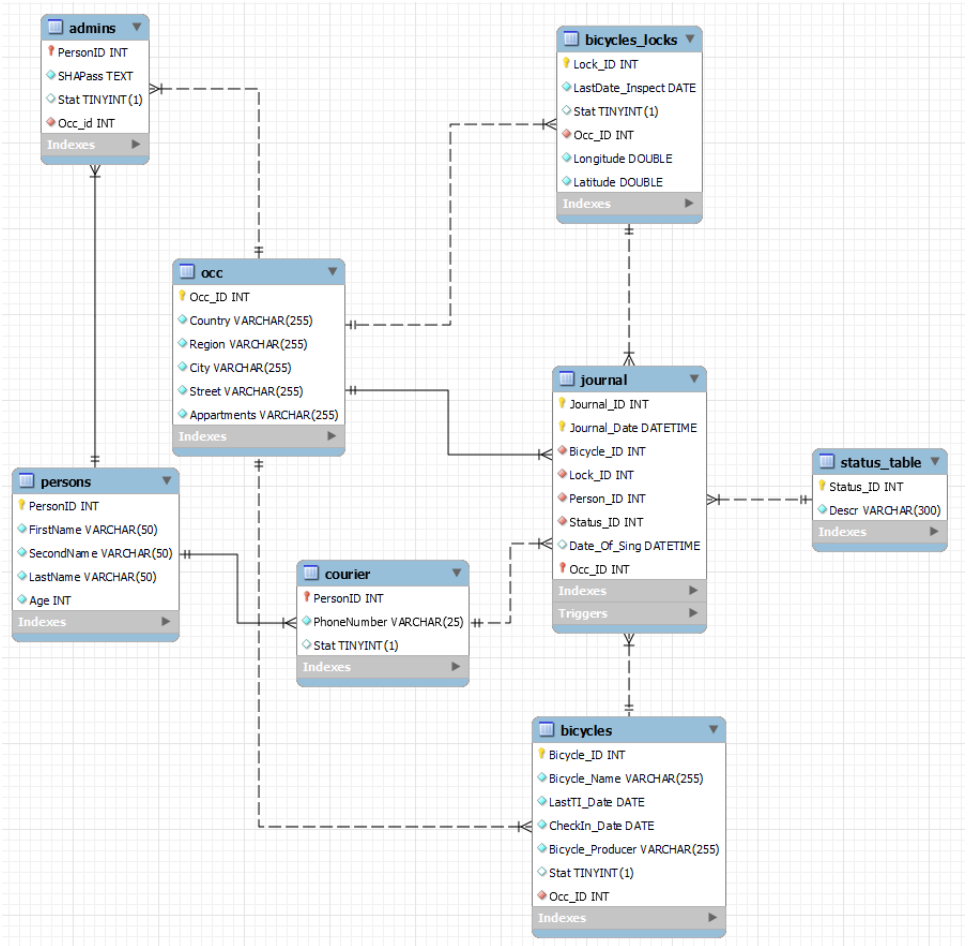


Рис. 1 – Даталогичекая модель ИС учета велотраспорта

ИС построена на трехуровневой архитектуре «Клиент–Сервер–База данных» с использованием микросервисов. Алгоритмы разработаны в нотации ДРАКОН [3]:

1. Клиентская часть:
   - Алгоритм авторизации администратора с использованием SecureString и SHA256.
   - Long Polling для обновления данных в реальном времени.
   - Основной алгоритм работы с журналом, включая добавление и фильтрацию записей.
2. Серверная часть:

- Алгоритм обработки запросов через RESTful API.
- Сериализация данных в JSON для передачи клиентам.
- Генерация кодов двухфакторной подписи для курьеров.

Клиентские приложения разделены: администраторы работают через полноценное ПО, курьеры — через терминал с ограниченным функционалом.

1. Для администраторов: использовать приложение с функциями управления парком и фильтрации журнала.
2. Для курьеров: внедрить терминалы с двухфакторной аутентификацией через SMS.
3. Интеграция: обеспечить совместимость с существующими системами «Самокат» через RESTful API и DTO–объекты.
4. Масштабирование: применять Docker Compose для управления микросервисами в кластере.

Разработанная база данных ИС для учета велотранспорта в компании «Самокат» решает ключевые проблемы ручного учета: временные издержки, ошибки и отсутствие мониторинга в реальном времени. Модель на основе MySQL обеспечивает централизованное хранение данных, а микросервисная архитектура — гибкость и масштабируемость. Автоматизация сокращает подготовку к сменам на 60–70%, улучшает условия труда и снижает затраты на обслуживание парка. Перспективы исследования включают интеграцию с системами GPS–трекинга и разработку мобильных приложений для курьеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курилов Б. Н., Мусатова Ж. Б. Масштабирование сервисов экспресс доставки FMCG товаров // Практический маркетинг. – 2024. – № 7. – С. 39–43.
2. Барретт Д. PostgreSQL для разработчиков / Д. Барретт. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 480 с.
3. Паронджанов В. Алгоритмические языки и программирование: ДРАКОН. – Litres, 2021.
4. Кочер П. С. Микросервисы и контейнеры Docker. – Litres, 2022.
5. Колбина М. В. Оценка эффективности инвестиционных проектов // Научный Лидер. – 2022. – № 22. – С. 67.

АЭП РОЛИКОГО КОНВЕЙЕРА ЦЕХА ВЫБОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ АО «КХПС»

Шункевич А.С., студент
Научный руководитель – к.т.н., доцент **Петров В.А.**
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (СТИ НИТУ «МИСИС»)

Современные требования к промышленному оборудованию предполагают интеграцию автоматизации и повышение энергоэффективности. Примером неоптимального подхода служит ситуация на АО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский», где ручное управление технологическими процессами приводит к избыточным трудозатратам и снижению эффективности.

Цель проекта — разработка автоматизированной системы управления приводом роликового конвейера на базе российского асинхронного двигателя переменного тока, оснащённого частотным регулированием.

Задачи исследования:

1. Проведение аудита текущей системы управления для выявления её слабых мест.
2. Подбор отечественных энергоэффективных электродвигателей, соответствующих критериям ремонтопригодности и адаптированных к частотному регулированию.

Область исследования — технологические линии цеха выбоя и реализации комбината. Научный фокус — методы проектирования автоматизированного электропривода, обеспечивающего энергосбережение и сокращение ручного труда.

Такой подход позволит не только модернизировать производство, но и создать тиражируемое решение для предприятий агропромышленного комплекса.

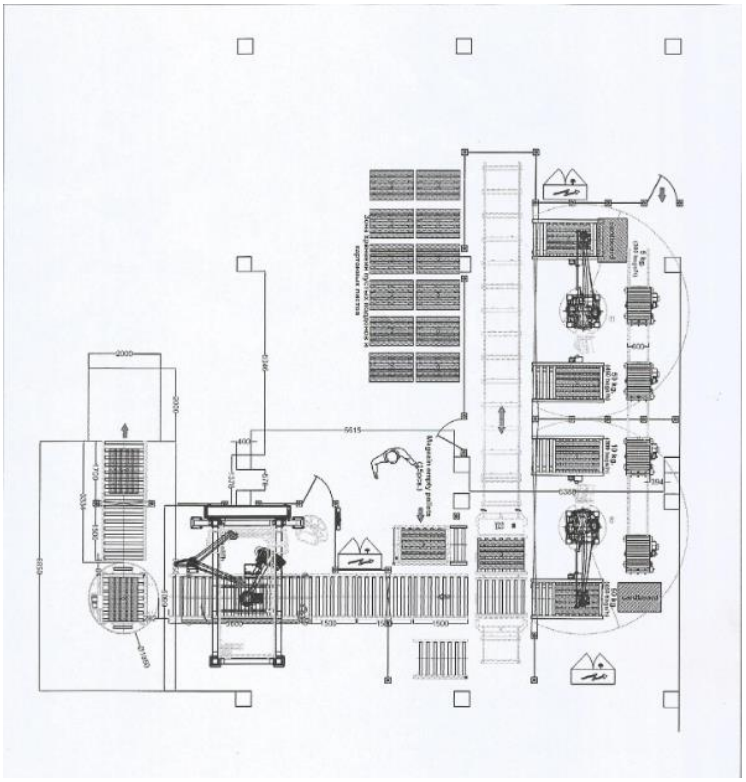


Рис. 1 – Схема цеха выбоя и реализации

Для осуществления движения роликового конвейера в цех выбоя и реализации планируется применение асинхронного двигателя АИС90L–6:



Рис. 2 – Двигатель АИС90L–6

Таблица 1 – Параметры двигателя АИС90L–6

Параметр	Значение
Мощность, кВт	1.1
Напряжение, В	400
Количество фаз	3
Количество пар полюсов	3
Номинальный ток обмотки статора, А	3.01
Частота сети, Гц	50
Максимальная частота вращения, об/мин	1000
Номинальная частота вращения, об/мин	910
Номинальный момент сил $M_н$, Н · м	11.5
Красность относительного максимального момента, $M_{макс}$	2.25
Красность относительного пускового момента, $M_{пуск}$	1.85
Красность относительного пускового тока, $I_{пуск}$	4.2
cos φ при 100% нагрузке	0.72
cos φ при 75% нагрузке	0.626
КПД при 100% нагрузке	0.735
КПД при 75% нагрузке	0.752
Момент инерции, кг $м^2$	0.0042
Масса, кг	14.5

Для верификации соответствия эксплуатационных характеристик (пусковой ток, скорость вращения, нагрузочный момент) номинальным показателям, заявленным в документации асинхронного электродвигателя АИС90L–6, проведём моделирование его прямого запуска в программной среде MatLab Simulink. Это позволит сопоставить реальное поведение двигателя с теоретическими параметрами и оценить эффективность системы управления.

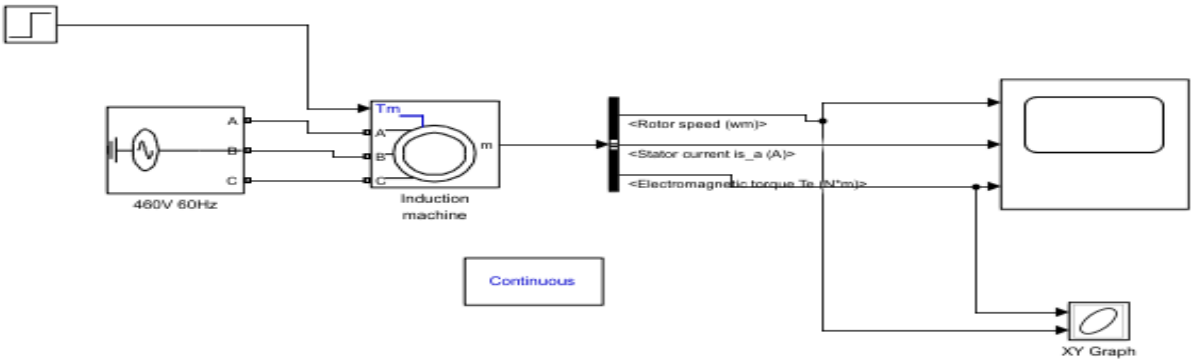


Рис. 3 – Модель прямого пуска асинхронного электродвигателя АИС90L–6.

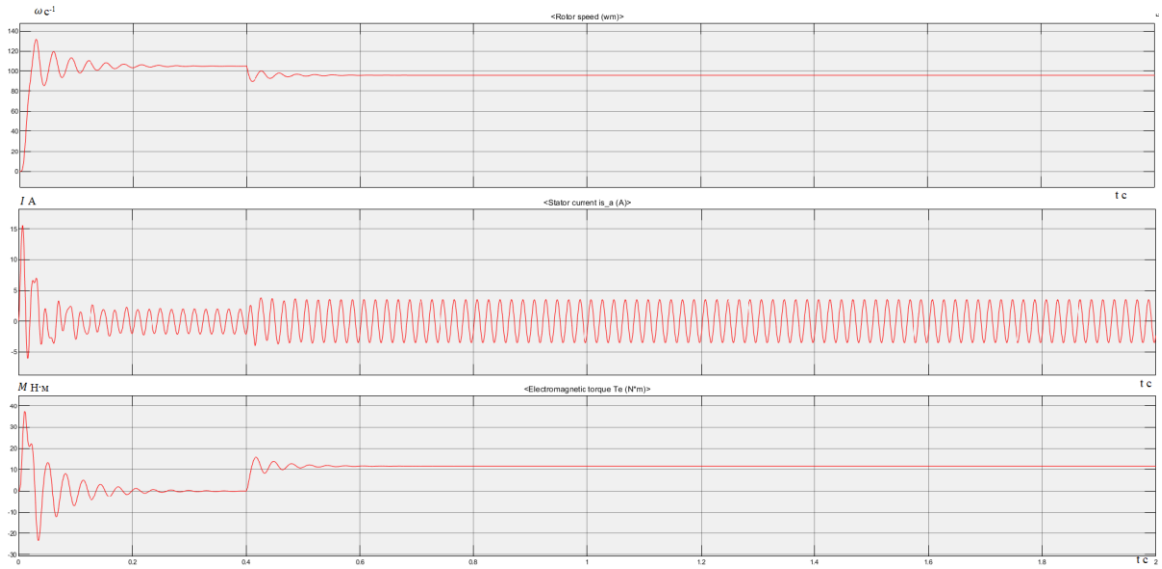


Рис. 4 – Результат моделирования прямого пуска асинхронного электродвигателя АИС90L–6.

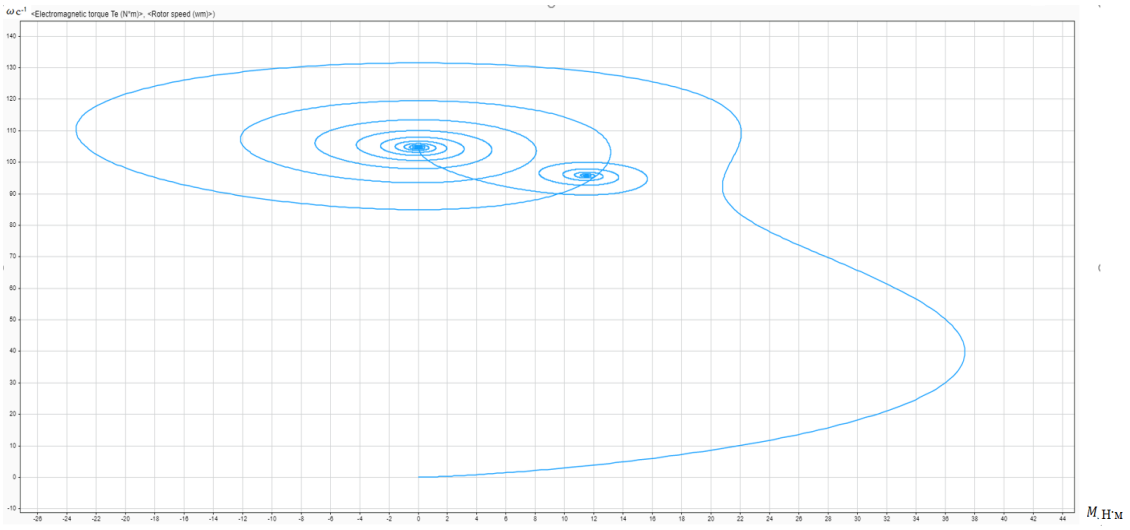


Рис. 5 – Динамическая механическая характеристика АИС90L–6.

Исходя из полученных данных производится выбор преобразователя частоты INPRIME–G1.1–4BF INSTART.

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты INPRIME–G1.1–4BF INSTART

Применение	Общепромышленный
Мощность, кВт	1.1

Номинальный ток, А	3.1
Напряжение питания, В	380
Фазность (количество фаз):	3ф
Выходная частота, Гц	0–599
Степень защиты	IP20
Перегрузочная способность (не чаще 1 раза в 10 минут)	150% от номинального тока в течение 60 с; 110% от номинального тока в течение 10 мин
Тип подключаемого электродвигателя	Трехфазный асинхронный с КЗР Синхронный двигатель с постоянными магнитами
Методы управления	GVC(V/F) – скалярный SVC – векторный с разомкнутым контуром FOC(VC) –векторный с датчиком обратной связи
Несущая частота	1,5–16 кГц; несущая частота может автоматически регулироваться в зависимости от особенностей нагрузки
Пусковой момент	150%
Диапазон скоростей	1:50 (GVC); 1:200 (SVC); 1:1000 (VC)
Точность отображения выходной частоты	Цифровое задание: 0.01 Гц Аналоговое задание: максимальная частота x 0.1%
Точность постоянной скорости	±2% (GVC), ±0,2% (SVC), ±0,02% (VC)
Форсировка крутящего момента (U/f)	Автоматическая
Характеристика зависимости U/f	Прямая. Квадратичная. Ломаная по нескольким точкам.
Характеристика разгона/замедления	4 линейных, S–кривая 1 и S–кривая 2
Функция AVR	Автоматическая стабилизация выходного напряжения
Фильтр ЭМС	С3 встроен, С2 опция
Панель управления	Съемная LCD–панель. Возможность сохранения до 4–х наборов параметров, карта памяти, вывод графиков (осциллограф)
Управление в векторном режиме	По скорости/по моменту
Встроенные расширенные функции	Источник напряжения, источник тока, управление внешним тормозом, макросы, функция антираскачки, проверка пожарных насосов и вентиляторов, переключения на байпас, часы реального времени, 2 набора параметров для двух разных электродвигателей, быстрое ограничение тока, отслеживание скорости перед запуском, встроенное ПИД–регулирование, функция автоматического останова преобразователя частоты по достижении заданного времени, компенсация отклонения скорости, вызванного повышением нагрузки, функция управления частотой колебаний (применяется в оборудовании намотки текстильной нити)
Динамическое торможение	Торможение постоянным током

Толчковый режим	Диапазон частоты: 0.0…максимальная частота Отдельное время разгона/замедления для толчкового режима
Простой ПЛК	Задание скорости и времени работы на каждой из 16 ступеней
Многоступенчатый режим	Задание скорости с цифровых клемм с помощью 16 комбинаций
ПИД–управление	Реализация системы управления с 2 датчиками обратной связи

На основе рассчитанных значений был промоделирован пуск двигателя с векторным управлением и нагрузкой.

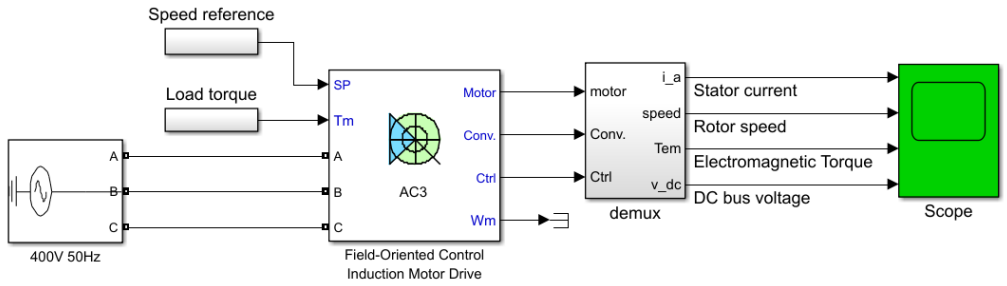


Рис. 6 – Структурная схема асинхронного электродвигателя с векторным управлением.

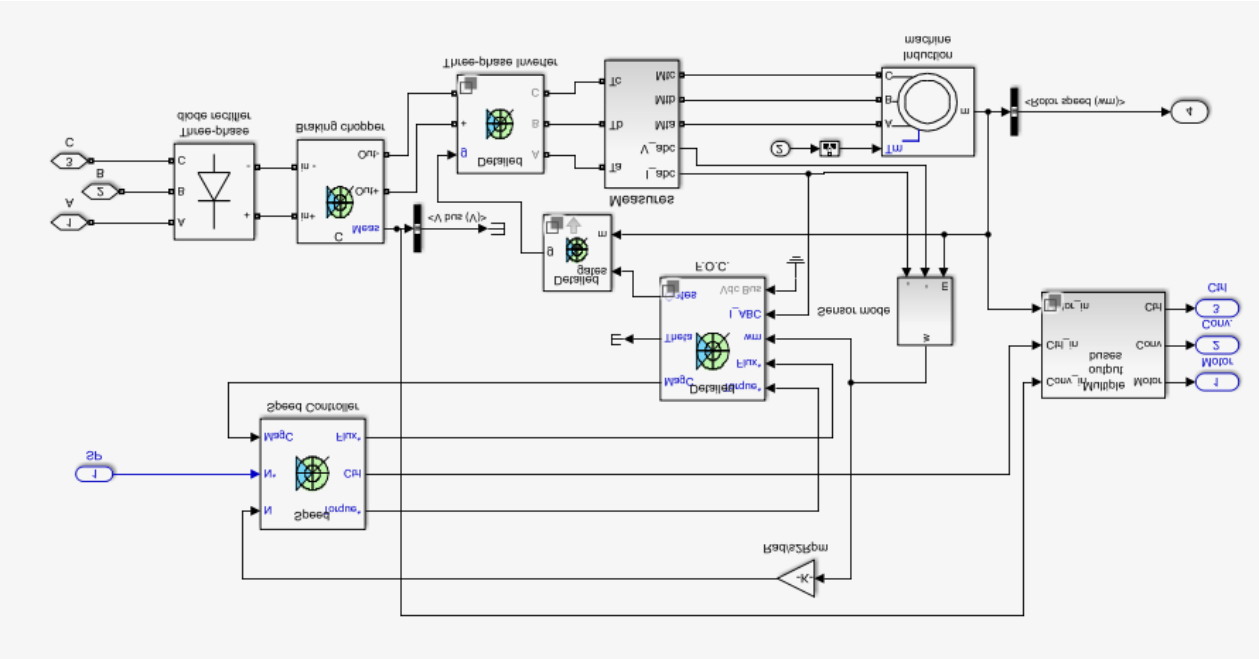


Рис. 7 – Модель векторного управления асинхронного электродвигателя.

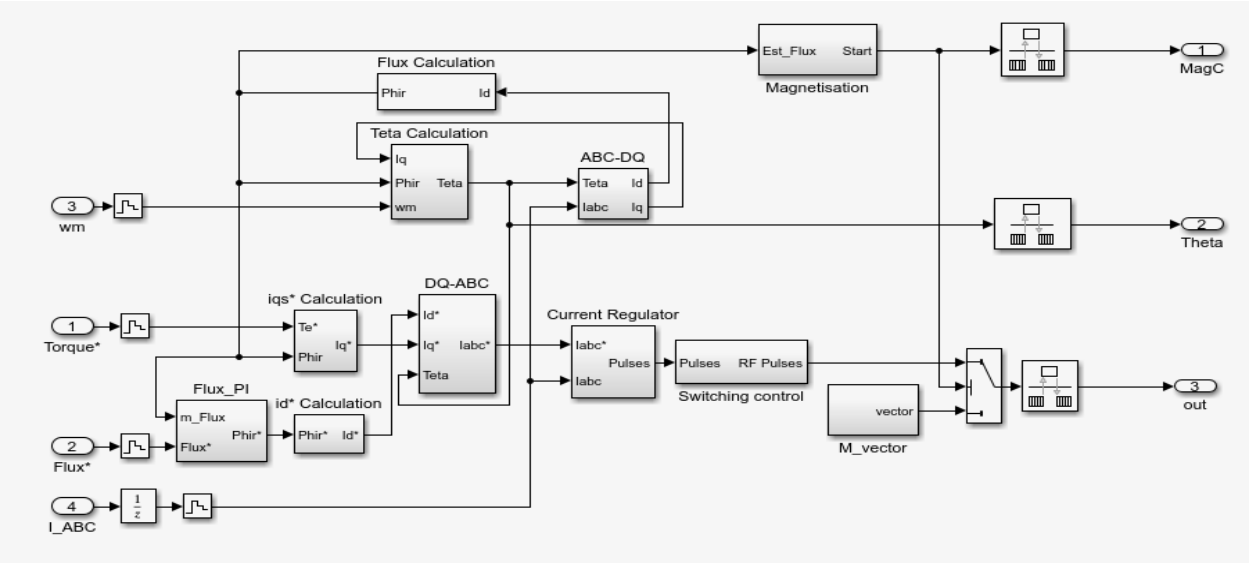


Рис. 8 – Модель блока Field–Oriented Control (векторное управление).

Результаты моделирования представлены на рисунке 9.

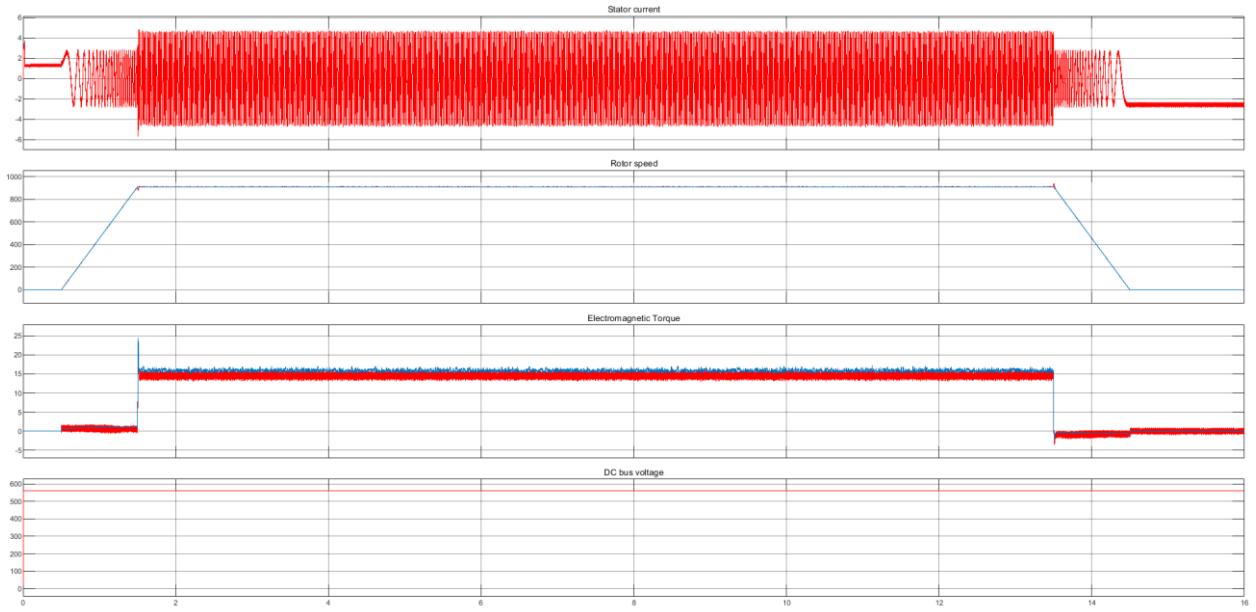


Рис. 9 – Результат моделирования векторного управления асинхронным электродвигателем АИС 90S4

Из полученных результатов можно сделать вывод, что система управления асинхронного электродвигателя рассчитана верно и работает правильно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компания УЭСК [электронный ресурс] – режим доступа – URL: uesk.org/katalog/elektrodvigateli/trehfaznye–380v–din/elektrodvigateli–ais/fe–c/90l6/?ysclid=m8nhulyv3b489010527 (дата обращения: 3.04.2025)

2. Контакты Компании УЭСК [электронный ресурс] – режим доступа – URL: uesk.org/kontakty/ (дата обращения: 3.04.2025)

3. ИнСАТ [электронный ресурс] – режим доступа – URL: https://insat.ru/prices/info.php?pid=155696 (дата обращения: 3.04.2025)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ, РЕСУРСО– И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ» 3

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЕТАЛЛУРГИИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД, ОТХОДОВ И ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ 3
Гиряинова А.В., Скляр В.А..
.

СРАВНЕНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ ГБЖ МОРСКОЙ И ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДОЙ 6
Гладкая Е. А, Ермоленко К.А., Тимофеева А.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ В ПРОЦЕССАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ 10
Гончаров А.В., Мялкин И.В
.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПЫЛЕУДАЛЕНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ ЗАТОЧНЫХ СТАНКОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ (УПЗЧ) АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК» 13
Карамин А.В., Сазонов А.В.

МИКРОЦЕМЕНТИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ В ГАЗОВЫХ СРЕДАХ 16
Кудинов Е.А., Скляр В.А.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА ШИХТЫ НА ПРОЧНОСТЬ СЫРЫХ МАГНЕТИТОВЫХ ОКАТЫШЕЙ 23
Парталюк С.В., Лихтина Е.Ю., Тимофеева А.С.

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВИЗАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ 27
Рябов Л.А., Скляр В.А.

ВИДЕОАНАЛИТИКА И МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ ДЛЯ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ 30
Талдыкина А. Ю., Малахова О.И.

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ 32
Татров Б.М., Гаврин И.А., Амосов М.А.,Плиева М.Т..

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСА ВАЛКОВ В СОРТОВЫХ СТАНАХ: РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ОЦЕНКА ЕЁ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ 36
Цынкин К.Д., Скляр В.А.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ОКОМКОВАНИЕ ОКАТЫШЕЙ 40
Черепанов В.М., Малахова О.И.

ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЗОВАННОГО ПРОДУКТА ОТ ВТОРИЧНОГО ОКИСЛЕНИЯ 42
Шестаков М. А., Тимофеева А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕНОК СОСУДА НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СТОКСА 45
Шестаков М.А., Губанов А.В., Скоритченко М.А., Новоточинов А.П., Сурков В.П.

КАЧЕСТВО ЖИДКОЙ СТАЛИ В СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХАХ 51
Щуров А. В., Малахова О.И..

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ 3D–ПЕЧАТИ В МАССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ **53**
Юшеров А.Д., Кудашов Д.В..

СЕКЦИЯ 2 «ГОРНОЕ ДЕЛО» **56**

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕМОНТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ПРОСТОЕВ **56**
Кошелев В., Блудов А.Н.

УЛУЧШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ WEICHAI 12M55 И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАБИНЕ ОПЕРАТОРА САМОСВАЛА БЕЛАЗ **65**
Кривоченков Ю.В., Мысливченко М.В., Толмачёв А.С., Игнатов А.А., Тараненко М.Е.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ «GEHO» **68**
Куралов А.А., Капнин А.Н., Терехин Е.П
.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ РУДЫ И КОНЦЕНТРАТА НА ПРОЦЕСС ОКОМКОВАНИЯ И КАЧЕСТВО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ **74**
Попова Д. А., Мальцева В. Е..

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА РЕЙСОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО КОЛИЧЕСВА САМОСВАЛОВ БЕЛАЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ **79**
Мысливченко М.В., Кривоченков Ю.В., Толмачёв А.С.,Игнатов А.А., Тараненко М.Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЕЕ ЗАЛЕГАНИЯ **82**
Новоточинов А.П., Рогалев Г.И., Сурков В.П.,Федина В.В., Лукьянов И.Е.

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К КОВШУ ЭКСКАВАТОРА VOLVO EC290BLC ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ **87**
Плешков В.А., Дурдин А.С., Терехин Е.П.

СЕКЦИЯ 3 «МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА» **92**

ПРОЕКТ СЪЕМНИКА ДЛЯ ДЕМОНТАЖА КОЛЕСА РОТОРНОГО ЗАБОРЩИКА **92**
Леонов С.Д., Болотских А.С., Владимиров А.А., Шаповалов А.И.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МАТЕРИАЛОВ К ГИДРОАБРАЗИВНОМУ ИЗНОСУ **95**
Скрипцов Д.Р., Козлов И.Ю., Владимиров А.А., Шаповалов А.И.

КОМБИНИРОВАННАЯ ЗАЩИТА КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК **100**
Качановский А.Р., Бородина М.Б.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫХ НАПЛАВОЧНЫХ СОСТАВОВ **104**
Часовских А.С., Бородина М.Б.

ПРОЕКТ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ ХОДОВОГО РОЛИКА ОБЖИГОВОЙ ТЕЛЕЖКИ **107**
Кудинов Е.А., Пищулин А.Ю., Иванов И.И.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПО СТРОПОВКЕ МЕЛЬНИЦ **111**
Качановский А.Р., Владимиров А.А.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПРИБОРА ДЛЯ НАКАТЫВАНИЯ РЕЗЬБ **116**
Ларин А.И.

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ (ППД) ВОЛНИСТОГО РЕЛЬЕФА **120**
Ларин А.И.

СЕКЦИЯ 4 «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО–ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ» **124**

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ НАГРЕВА ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ В ПЕЧАХ НАГРЕВА МЕТАЛЛА **124**
Адаменко А.А., Фомин А. В.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ **127**
Азоркин А.А., Глущенко А.И..

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ АГРЕГАТОМ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ **131**
Акишев Н.Д., Анпилов А.О.

ПРИМЕНИЕ РЕГРЕСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧАХ НАГРЕВА МЕТАЛЛА **134**
Алейник О.С., Фомин А.В
.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНА С ДОСТУПОМ ПО QR–КОДУ **138**
Антипенко И.О., Лазарева Т.И.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ДИСКОВЫМ ВАКУУМ–ФИЛЬТРОМ **143**
Ануфриев Д.В., Анпилов А.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ПРОДУВКИ СТАЛИ УГОЛЬНЫМ ПОРОШКОМ **147**
Атрошенко В.Н., Анпилов А.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ ОТЖИГА **150**
Баранюков А.А., Анпилов А.О..

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП ПЕЧИ ОТЖИГА СПЦ–2 АО «ОЭМК ИМ. А.А. УГАРОВА» **154**
Батищев Ю.А., Гамбург К.С.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОЗИРОВАНИЕМ ШИХТЫ АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК **160**
Белоус А.Ю., Кривоносов В.А..

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ВОДЫ В СБОРНИКЕ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ УЧАСТКА ВОДОПОДГОТОВКИ СПЦ–1 АО «ОЭМК ИМ. А.А.УГАРОВА» **164**
Беспалов В. А., Кривоносов В.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ В ДОШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ **167**
Бесхмельницына Ю.В., Лазарева Т.И.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОНТЕЙНЕРНОЙ УСТАНОВКИ ТРАВЛЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОДУКЦИИ АО «ОЭМК ИМ. А.А.УГАРОВА» **171**
Бодров Д. Н., Гамбург К.С.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЛАВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТОКАРНОГО СТАНКА 1А660 **175**
Боев Д.А., Гамбург К.С.

ОБЗОР МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ РОБОТАМИ **179**
Бородин Р.С., Халапян С.Ю.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СУШКИ КЛИНКЕРА **182**
Бочаров Н.А., Халапян С.Ю..

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ, ЗАНИМАЮЩЕЙСЯ ПЛАНИРОВАНИЕМ МЕРОПРИЯТИЙ, В СФЕРЕ ТУРИЗМА, С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВЕДЕНИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ С КЛИЕНТАМИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ GUNA.FRAMEWORK. **185**
Бубликов К.В., Новиков Д.Э.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ НА ОСНОВЕ ОДНОКАМЕРНОГО ЗАХВАТА ИЗОБРАЖЕНИЯ **190**
Булгаков К.А., Станкевич В.Е.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СКВАЖИННОГО НАСОСА СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЛИТЕЙНО–МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА ООО «КОЛОМЕНСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИУРЕТАНОВ» **193**
Варава С.А., Гамбург К.С.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП КОТЛА–УТИЛИЗАТОРА ЦЕХА СПЦ–1 АО «ОЭМК» **197**
Василишин В.А., Кривоносов В.А.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ОБЖИГА КЛИНКЕРА **202**
Водяха А.В., Анпилов А.О..

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДЪЁМНОЙ УСТАНОВКИ **205**
Волков М. В., Молодых А. В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВИНТОВОГО НАСОСА, УСТАНОВЛЕННОГО В ПРОИЗВОДСТВЕННО–ЛОГИСТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ КОРРЕКЦИОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЦЕХА СИЛОСОВ АО «ЛИПЕЦКЦЕМЕНТ» **209**
Воробьев О.А., Гамбург К.С.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ В IT-КОМПАНИИ **213**
Вышкварко Л.А., Новиков Д.Э.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПАРОВОГО КОТЛА OSKOL–ST **218**
Гаршина Д.А., Полещенко Д.А.

О ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ НАХОЖДЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПЕЧАХ НАГРЕВА СПЦ–1 АО «ОЭМК ИМ. А.А. УГАРОВА» **221**
Гмыря Э. Э., Фомин А. В

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА КРЕДИТНОГО БРОКЕРИДЖА, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЕНИ ПО ЗАДОЛЖЕННОСТИ **226**
Голузинец А.Р., Семенов А.В.

ПРИМЕНИЕ РЕГРЕСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧАХ НАГРЕВА МЕТАЛЛА **231**
Гончаров Д.Е., Фомин А.В.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СФЕРЫ РЕМОНТА КОМПЬЮТЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЗАЯВОК ОТ КЛИЕНТОВ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ УНИФИЦИРОВАННОГО ЯЗЫКА МОДЕЛИРОВАНИЯ **234**
Горбачев М.И., Новиков Д.Э.

РАЗРАБОТКА АСУ ТП ПЕЧИ СТАРЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОФИЛЯ ООО "АЛТЕК" **239**
Горожанкин И. Д., Кривоносов В.А.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР В КОНФИГУРАЦИИ 1С:УПРАВЛЕНИЕ ХОЛДИНГОМ **242**
Гофман И.В., Симонова А.Г

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОСИСТЕМЕ ФОРМИРОВАТЕЛЯ ГРУЗОВ **246**
Гришин К.Ю., Кривоносов В.А.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА И ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА **250**
Дерусова Д.А., Семенов А.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ СУШКИ ОКАТЫШЕЙ В АСУ ТП ОБЖИГОВОЙ МАШИНЫ **255**
Должиков В.В., Кривоносов В.А.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ В РАМКАХ МОДЕРНИЗАЦИИ АСУТП УЧАСТКА НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ВОДОЗАБОРА ЦВС **259**
Домахин М.Э., Козырь О.Ф.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОСТАВОК МАТЕРИАЛОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ **262**
Дорохов Д.И., Семенов А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТДЕЛА ПРОДАЖ ООО «БЕЛПИК» **267**
Дурнева Д.В., Ковтун Н.И..

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СУШКИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА **272**
Дюкарев Д.В., Кривоносов В.А.

РАЗРАБОТКА CRM-СИСТЕМЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ WINUI И NUGET **276**
Дюсмекеев М.С., Новиков Д.Э.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРА ПОТОКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ Р–5 **280**
Емельянов И.А., Петров В.А.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ САМОСВАЛА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ВЫПУСКЕ НА ЛИНИЮ **284**
Епифанов Н.А., Ковтун Н.И.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА ЦЕХА ВЫБОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ АО «КХПС» **290**
Качегин Д.А., Петров В.А.

ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ДАШБОРДА АКАДЕМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТУДЕНТОВ **296**
Климов В.Е., Соловьев А.Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЕМ ПАРА НА ВЫХОДЕ ПАРОВОГО КОТЛА КОТЕЛЬНОЙ АО «ПРИОСКОЛЬЕ» **301**
Княжев Г. А., Кривоносов В. А.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ **304**
Колотухина С.А., Лазарева Т. И.

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ НА ОСНОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК **308**
Коренев А.В., Полещенко Д.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ЗАО «БОШЕ» **312**
Коротаев С. И., Гамбург К. С.

ПРИМЕНЕНИЕ LQR–РЕГУЛЯТОРА С НАБЛЮДАТЕЛЯМИ ПОЛНОГО И ПОНИЖЕННОГО ПОРЯДКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «КРАНОВАЯ ТЕЛЕЖКА – ГРУЗ» **315**
Косарев И. В., Молодых А. В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ ИС ЗАКАЗА УСЛУГ ХУДОЖНИКА **320**
Костин И.Е., Ковтун Н.И.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРУДОЗАТРАТ В КОМПАНИИ «ОТ–ОЙЛ» **324**
Костромин А.С., Козырь О.Ф.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАЯВОК В СЕРВИСНОМ ЦЕНТРЕ «ЭЛЕКТРОНИКА–СЕРВИС» **327**
Крапивкина А.С., Козырь О.Ф.

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ И АНАЛИЗА НЕИСПРАВНОСТЕЙ БЫТОВОЙ И ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ **330**
Крапивкина А.С., Основина О.Н.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ WEB–КОМПАНЬЙОНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАСТОЛЬНЫХ РОЛЕВЫХ ИГР ПО ПРАВИЛАМ PATHFINDER **334**
Крутов Н.С., Жуков П.И.

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕЗЮМЕ КАНДИДАТОВ НА РАБОТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ C#, ADO.NET И NLP-ТЕХНОЛОГИЙ С МОДУЛЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ НАВЫКОВ И КОМПЕТЕНЦИЙ **339**
Крюков М.А., Новиков Д.Э.

О ЗАДАЧЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ИЗДЕЛИЙ САНФАЯНСА, ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ **344**
Крючков Н.В., Полещенко Д.А.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА: ИНТЕГРАЦИЯ ANYLOGIC И PYTHON **347**
Курманова Д.А., Петров В.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ГРАДИРНИ ФОИМ **350**
Латорцев А.С., Гамбург К.С.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОДЫ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА STM–ENERGY ООО «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ–ОСКОЛ» **353**
Лихачева В.А., Полещенко Д.А.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИС САНИТАРНО–КУРОРТНОЙ КНИГИ ПАЦИЕНТА ДЛЯ ДЕТСКОГО САНАТОРИЯ «НАДЕЖДА» **357**
Макухин А.А., Лазарева Т.И.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА САМОСВАЛА БЕЛАЗ 75306 **361**
Мельник Б.А., Петров В.А.

О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РОБОТА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ЕГО ДВИЖЕНИЯ **365**
Меркулов В.А., Халапян С.Ю.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ ЗАГОТОВОК В КАМЕРНОЙ ПЕЧИ РМУ ЦРМО АО «ОЭМК ИМ. А. А. УГАРОВА» **367**
Миндиашвили Л.Н., Уварова Л.В.,

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАКЛОННОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ЦЕХА ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКА ООО «УРАЛМЕТКОМ» **369**
Михайлов Д.А., Петров В.А.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАЛЕНДАРЯ, СПРОЕКТИРОВАННОГО СОГЛАСНО МЕТОДУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ KANBAN, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ FRAMEWORK ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИНТУИТИВНО ПОНЯТНОГО ИНТЕРФЕЙСА **374**
Мицык А.А., Новиков Д.Э.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ГИДРАТАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННОГО КОРПУСА ООО «ЧЕРНОЗЕМЬЕ» **378**
Мокану Ю. А., Петров В. А.

ОБ АНАЛИЗЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИСШЕСТВИЙ И ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ **382**
Москвитина В.Ю., Цыганков Ю.А.

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОШИБКИ ЕГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ **386**
Мурин В.Е., Халапян С.Ю.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС–ПРОЦЕССОВ САЛОНА КРАСОТЫ **388**
Мягкой И.С., Основина О.Н.

СОЗДАНИЕ МОДУЛЯ ОНЛАЙН БРОНИРОВАНИЯ ДЛЯ WEB–САЙТА КОМПЬЮТЕРНОГО КЛУБА PLAY ROOM **392**
Новиков А.В., Основина О.Н.

РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ ИГРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И СЮЖЕТОВ **396**
Оболонко А.В., Основина О.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С МНОГОУРОВНЕВЫМ ИНВЕРТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ ИМ. ГУБКИНА АО «КОМБИНАТ КМАРУДА» **402**
Овчаров К.А., Молодых А.В.

РАЗРАБОТКА МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА VIESSMANN VITOPLEX 100B **408**
Панкратов И.С., Полещенко Д.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРВОГО ПОДЪЕМА СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЁЛКА НЕЙВО–ШАЙТИНСКИЙ **411**
Панов В.В. Петров В.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПЕРВИЧНОГО КЛЮЧА ДЛЯ СУБД ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ **414**
Пигарин С.С., Жуков П.И.

РАЗРАБОТКА ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТРИНИТИ МОТОРС» **418**
Покотилов В.И., Основина О.Н.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРПУС ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВОЗВРАТА ФОИМ АО «ОЭМК ИМ. А.А УГАРОВА» **424**
Положенцев И.С., Полещенко Д.А.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ТРЕНЕРА В ФИТНЕС-КЛУБЕ НА C#, С ПРИМЕНЕНИЕМ GUNA.FRAMEWORK. **428**
Пузанов А.А., Новиков Д.Э.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУТП КАМЕРНОЙ ПЕЧИ Т-900 РЭ ЦЕХА СБОРКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ООО "РАДИОЛАЙН" **432**
Распопов А.П., Уварова Л.В.

РАЗРАБОТКА БОТА–СОВЕТЧИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЖСК “НАДЕЖДА” №12 **434**
Рубан А.В., Симонова А.Г.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ **438**
Рудаков В.А., Мякотина М.В.

АЭП ПОВОРОТНОГО СТОЛА ЦЕХА ВЫБОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ АО «КХПС» **443**
Русских В.В., Петров В.А.

ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ВОДЫ В БАРАБАНЕ КОТЛА–УТИЛИЗАТОРА ЗА ПЕЧЬЮ ОТЖИГА СПЦ–1 АО «ОЭМК» **449**
Сабынин А.М., Халапян С.Ю.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ **452**
Савельев Д.А., Моторина Н.П.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕЖЗОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ **454**
Савостин Н.В., Фомин А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА ДЛЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН **458**
Сверчкова К.С., Основина О.Н.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУ ТП ГАЗОВОЙ ПЕЧИ ПОДОГРЕВА СТАКАНОВ ЭСПЦ АО «ОЭМК» **461**
Сентяева М.Ю., Халапян С.Ю.

РАЗРАБОТКА ИС АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСТИНИЦЫ «КОСМОС» ООО «ИВАНОВКА» **464**
Сипулин В.И., Жуков П.И.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ РАБОТНИКОВ КАДРОВОЙ СЛУЖБЫ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВЕДЕНИЯ И ЗАПОЛНЕНИЯ АНКЕТ СОТРУДНИКОВ СОГЛАСНО МЕТОДОЛОГИЯМ ФИЛЬТРАЦИИ И АНАЛИЗА **469**
Смирнов А.Д., Новиков Д.Э.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИСМОСТИ МЕЖДУ СИГНАЛАМИ ВИБРОУСКОРЕНИЯ БАРАБАНА МЕЛЬНИЦЫ И ТОКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ **473**
Соколов Д.И., Полещенко Д.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СКВАЖНОГО НАСОСА ПЕРВОГО ПОДЪЕМА ХОЗЯЙСТВЕННО–ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЕВО–ЯХИНСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА **476**
Соловей Р.И., Петров В.А.

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА РИСКОВ НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ БАЗЫ ДАННЫХ И ПРИНЦИПОВ ОБЪЕКТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ **479**
Строганова В. А., Семенов А. В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛИНЕЙНОГО КОНВЕЙЕРА АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК» **484**
Суров Н.В., Моторина Н.П.

РАЗРАБОТКА ИС ДЛЯ ЦЕНТРА РЕМОНТА ТЕХНИКИ "КОМПЬЮТЕР МАСТЕР 31" С ДИАЛОГОВЫМ КОМПОНЕНТОМ ВИДА ЧАТ–БОТ **488**
Сыроваткин П.В., Симонова А. Г.

СОЦИОЛОГИЯ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА И ФАКТОР ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА **492**
Уваров А.В., Семененко Н.Н.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УЧЕТА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПОРТСМЕНА И ЕГО ДОСТИЖЕНИЙ ДЛЯ МАУ ДО СШОР «ИМ. А. НЕВСКОГО» **494**
Хамзаева Н.А., Ковтун Н.И.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЩЕРБИНСКОГО БОЛЬНИЧНОГО ЛИФТА Г/П 320 КГ **499**
Хаустов М. А., Гамбург К.С.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО–АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫМИ КВЕСТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ IOT ТЕХНОЛОГИЙ **503**
Хижниченко А.А., Соловьев А.Ю
.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСУТП СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СМАЗОЧНОГО МАСЛА ДРОБИЛКИ METSO МК–II–60–89 ФДИРР АО «ЛГОК» **505**
Часовских А.В., Халапян С.Ю

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩИМ РОБОТОМ **508**
Чуева Е.С., Станкевич В.Е..

АЭП НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ВОДОПОДГОТОВКИ ЭКСТРАКЦИОННОГО КОРПУСА ООО «ЧЕРНОЗЕМЬЕ» **512**
Шаруев С.Р., Петров В.А.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УЧЕТА ВЕЛОТРАНСПОРТА ООО «САМОКАТ» **518**
Шелякин Д.Д., Соловьев А.Ю.

АЭП РОЛИКОГО КОНВЕЙЕРА ЦЕХА ВЫБОЯ И РЕАЛИЗАЦИИ АО «КХПС» **522**
Шункевич А.С., Петров В.А.