МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «23» июня 2026 г.
протокол №38

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование производственных процессов

Закреплена за кафедрой — Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

Направление подготовки — 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль — Машины и оборудование производства металлизованного сырья

Квалификация — **Бакалавр**

Форма обучения — **Очная**

Общая трудоемкость — **4 з.е.**

Часов по учебному плану — 144
в том числе:
аудиторные занятия — 36
самостоятельная работа — 72
часов на контроль — 36

Формы контроля в семестрах:
Экзамен – 8 семестр

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	24	24	24	24
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	**144**	**144**	**144**	**144**

Год набора 2023.
В редакции 2026 г.

Программу составил:
старший преподаватель
Титова Анна Павловна

Должность, уч.ст., уч.зв. ФИО полностью — *подпись*

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование производственных процессов

наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ от 25.11.2021 г. №465 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:
15.03.02 Технологические машины и оборудование,
Профиль Машины и оборудование производства металлизованного сырья, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 23.06.2026 г., протокол № 38.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

наименование кафедры

Протокол № 6 от «06» июня 2026 г.

Зав. кафедрой ТОММ — А.П. Гаевой

аббревиатура наименования кафедры — *подпись* — *И.О. Фамилия*

«06» июня 2026 г.

Руководитель ОПОП ВО
зав. кафедрой ТОММ, кандидат технических наук, доцент — А.П. Гаевой

должность, уч.ст., уч.зв. — *подпись* — *И.О. Фамилия*

«06» июня 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствие с учебным планом, а также формирование знаний, умений и навыков представления, обработки производственных и экспериментальных данных, планирования и осуществления экспериментов, построения статистических моделей процессов. Задачи дисциплины: научить обучающихся использовать методы математической статистики для обработки результатов экспериментальной и практической деятельности; методы выделения значимых факторов; оптимального планирования эксперимента, научить разрабатывать модели для управления качеством продукции.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Раздел ОП:	Б1.В.ДВ.07.02
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.2	Основы научных исследований
2.1.3	Управление качеством
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач	
Знать:	УК-1-З1 основные принципы и методы построения математических моделей
Уметь:	УК-1-У1 спланировать лабораторный и промышленный эксперимент
Владеть:	УК-1-В1 навыками построения математических моделей
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	
Знать:	ОПК-1-З1 модели корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа
Уметь:	ОПК-1-У1 применять методы корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа и моделирования в практической и экспериментальной деятельности
Владеть:	ОПК-1-В1 навыками анализа и обработки экспериментальных результатов
ПК-1: Способен к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области технологических машин и оборудования	
Знать:	ПК-1-З1 алгоритмы построения математических моделей
Уметь:	ПК-1-У1 анализировать экспериментальные данные, полученные в ходе научно-исследовательской работы
Владеть:	ПК-1-В1 навыками обработки экспериментальных данных при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области технологических машин и оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Основы математического моделирования производственных процессов					
1.1	Задачи моделирования производственных процессов и технологических систем. Классификация математических моделей и требования к ним /Лек/	8	1	УК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1	
1.2	Алгоритм построения моделей. Технологии моделирования. Понятие об эксперименте /Лек/	8	1	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3	

					Л 2.1	
1.3	Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы. Ранжирование признаков или факторов /Лек/	8	2	ОПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
1.4	Освоение теоретического материала раздела 1, изучение материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы. Подготовка к контрольному тестированию /Ср/	8	10	УК-1-З1 ОПК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2	
1.5	Выполнение домашнего задания. Подготовка к защите домашнего задания /Ср/	8	20	УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л 2.3 Л 3.1	
	Раздел 2. Задачи и методы оптимизации математических моделей					
2.1	Параметры и факторы оптимизации. Воспроизводимость и рандомизация опытов. Полный факторный эксперимент. /Лек/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2	
2.2	Подготовка к практическому занятию №1/Ср/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л 2.3 Л 3.2	
2.3	Практическое занятие №1. Обработка результатов полного факторного эксперимента /Пр/	8	6	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.2	
2.4	Выполнение домашнего задания. Подготовка к защите домашнего задания /Ср/	8	24	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л 1.2 Л 2.3 Л 3.1	
2.5	Дробный факторный эксперимент /Лек/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2	
2.6	Подготовка к практическому занятию №2 /Ср/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л 2.3 Л 3.2	
2.7	Практическое занятие №2. Использование дробного факторного эксперимента I порядка /Пр/	8	6	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л 3.2	
2.8	Композиционные планы II порядка. Метод главных эффектов /Лек/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2	
2.9	Подготовка к практическому занятию №3 /Ср/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л 2.3 Л 3.2	
2.10	Практическое занятие №3. Использование композиционных факторных планов II порядка /Пр/	8	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л 3.2	
2.11	Планирование экспериментов для достижения оптимального значения показателей качества /Лек/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3	
2.12	Подготовка к практическому занятию №4 /Ср/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л 2.3 Л 3.2	
2.13	Практическое занятие №4. Использование градиентных методов последовательного достижения экстремума /Пр/	8	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1	Л 3.2	

				ПК-1-В1		
2.14	Подготовка к практическому занятию №5 /Ср/	8	2	УК-1-З1 ПК-1-З1	Л 2.3 Л 3.2	
2.15	Практическое занятие №5. Определение оптимальных режимов резания симплекс-методом /Пр/	8	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.2	
2.16	Освоение теоретического материала раздела 2, изучение материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы. Подготовка к контрольному тестированию /Ср/	8	8	УК-1-З1 ОПК-1-З1 ПК-1-З1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2	
	Контроль. Подготовка к экзамену	8	36	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.1 Л 2.2	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки

Перечень вопросов для подготовки к экзамену.

1. Цели и принципы математического моделирования. Виды моделей. (УК-1-З1)
2. Требования, предъявляемые к математической модели. Преимущества математического моделирования. (УК-1-З1)
3. Алгоритм построения математических моделей. (УК-1-З1)
4. Понятие об эксперименте. Случайные величины, их распределение. (УК-1-З1)
5. Группировка и представление экспериментальных результатов. (УК-1-З1)
6. Вариационные ряды. (УК-1-З1)
7. Обработка статистических экспериментальных результатов. (УК-1-З1)
8. Понятие доверительного интервала. (УК-1-З1)
9. Построение доверительного интервала для математического ожидания. (УК-1-З1)
10. Построение доверительного интервала для дисперсии. (УК-1-З1)
11. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. (УК-1-З1)
12. Проверка воспроизводимости результатов опытов. (УК-1-З1)
13. Проверка адекватности. (УК-1-З1)
14. Модель дисперсионного анализа, условия его проведения. (ОПК-1-З1)
15. Алгоритм проведения дисперсионного анализа. (ОПК-1-З1)
16. Использование дисперсионного анализа для обеспечения стабильности технологического процесса. (ОПК-1-З1)
17. Функциональные и статистические связи между переменными. (ОПК-1-З1)
18. Модель корреляционного анализа. Выборочный коэффициент линейной корреляции. (ОПК-1-З1)
19. Многомерный корреляционный анализ. (ОПК-1-З1)
20. Использование корреляционного анализа. (ОПК-1-З1)
21. Ранжирование признаков или факторов. Интерпретация результатов ранжирования. (ОПК-1-З1)
22. Модель регрессивного анализа. (ОПК-1-З1)
23. Задачи математического планирования многофакторных экспериментов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
24. Оценка значимости коэффициентов регрессии. (ОПК-1-З1)
25. Проверка значимости уравнения регрессии (адекватности). (ОПК-1-З1)
26. Метод наименьших квадратов. (ОПК-1-З1)
27. Планирование многофакторных экспериментов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
28. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). (УК-1-З1, ПК-1-З1)
29. Планы и модели ПФЭ для двух уровней факторов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
30. Факторное пространство. Поверхность отклика (функции). Графическое изображение поверхности отклика. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
31. Анализ математических моделей. (УК-1-З1, ОПК-1-З1, ПК-1-З1)
32. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). (УК-1-З1, ПК-1-З1)
33. Планы и модели ДФЭ для двух уровней факторов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)

34. Планирование эксперимента для многоуровневых факторов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
35. Оценка воспроизводимости опытов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
36. Оценка адекватности модели. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
37. Принцип построения композиционного плана. Композиционная стратегия проведения опытов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
38. Построение и принцип реализации симметричного ортогонального плана. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
39. Особенности использования симметричного ротатабельного плана. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
40. Построение математических моделей второго порядка при использовании композиционных планов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
41. Представление модели главных эффектов при различных уровнях факторов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
42. Преобразование типовых планов в планы главных эффектов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
43. Алгоритм построения математической модели процесса с использованием метода главных эффектов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
44. Постановка задачи оптимизации при планировании экспериментов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
45. Сущность градиентных методов поиска экстремума. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
46. Использование градиентных методов последовательного достижения экстремума показателя качества (метод Бокса-Уилсона). (УК-1-З1, ПК-1-З1)
47. Использование градиентных методов последовательного достижения экстремума показателя качества (метод Гаусса-Зейделя). (УК-1-З1, ПК-1-З1)
48. Симплексный метод нахождения значений факторов, обеспечивающих достижение заданного уровня показателей качества. Стратегия поиска новых точек. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
49. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
50. Метод «градиента» поиска экстремума многофакторной целевой функции. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
51. Метод «сканирования» поиска экстремума многофакторной целевой функции. (УК-1-З1, ПК-1-З1)
52. Анализ влияния одного или нескольких факторов на значение показателей качества. (ОПК-1-З1)

Практические задания для подготовки к экзамену

Задание 1 (УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

По данным эксперимента:

T, ºС	50	60	70	70	70	70	80	90	100
ρ, кг/м^3	875,5	869,6	864,1	863,9	864,1	864	858,5	852,5	847

Было получено уравнение регрессии: $\rho(T) = -0{,}57T + 903{,}89$.

Оценить значимость коэффициентов. Записать полученную модель.

Задание 2 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

Зависимость усилия прокатки P (МН) от переднего натяжения σ (МПа) приведено в таблице:

σ, МПа	20	60	100	120	150	180	200
P, МН	11	10,2	10	9,6	9,2	8,5	8,2

Определить коэффициенты уравнения регрессии: $P(\sigma) = a + b\,ln(\sigma)$. Записать полученную модель.

Задание 3 (УК-1-У1, ОПК-1-В1)

Определить вид зависимости кинематической вязкости масла МК-22 от температуры:

T, °С	10	20	30	40	50	60	70
ν·10^3, м^2/с	3,897	2,060	0,693	0,341	0,187	0,110	0,071

Задание 4 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

На основе данных, полученных при эксперименте:

α, º	-40	-20	0	20	40	60
p, МН/м^2	36	52	65	60	43	18

путем аппроксимации была получена зависимость удельного гидростатического давления в подшипнике жидкостного трения от угла охвата масла: $y(x) = -0{,}01x^2 + 0{,}12x + 62{,}89$. Оценить ее адекватность.

Задание 5 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

Найти множественный коэффициент корреляции, а также частные коэффициенты между параметрами:

T, ºС	10	20	30	40	50
ρ, кг/м^3	898	892,5	886,5	881,0	875,5
μ, Па·с	2,43	1,0	0,47	0,24	0,13

Задание 6 (УК-1-У1, ОПК-1-В1)

Зависимость удельной теплоемкости от температуры масла приведена в таблице:

T, ºС	45	50	55	60	65	70	75
C_p, кДж/(кг·ºС)	1,59	1,6	1,605	1,61	1,625	1,64	1,65

Построить функцию $C_p = C_p(T)$ и оценить ее ошибку.

Задание 7 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

По данным эксперимента в качестве уравнения регрессии было предложено использовать следующие функции: $y(x) = 2{,}7\exp(3{,}02x)$ и $y(x) = 36x - 2{,}46$.

Определить какая из зависимостей наиболее точно аппроксимирует экспериментальные данные?

X	0,2	0,35	0,4	0,55	0,60	0,65
Y	4,74	7,66	8,99	14,53	17,05	20,01

Задание 8 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

По данным эксперимента рассчитать коэффициент корреляции и оценить его адекватность. Сделать выводы.

X	0,150	0,148	0,146	0,144	0,141
Y	3,550	1,860	0,620	0,303	0,164

Уровень значимости принять 0,05.

Задание 9 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

В результате исследований получены данные о значениях износа валков калибровочного стана И (мм/1000 т) от содержания кремния Si (%) в чугуне, из которого изготовлены валки:

Si, %	2,15	2,25	2,30	2,35	2,55	2,70
И, мм/1000т	0,125	0,142	0,175	0,152	0,210	0,265

Рекомендуется аппроксимировать экспериментальные данные следующей функцией: $y(x) = a\,\mathrm{e}^{bx}$.

Задание 10 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

По данным эксперимента получены данные о значениях стойкости свода печи T (сут) в зависимости от длительности плавки τ (ч):

τ, ч	3,5	4,0	4,5	5,5	6	6,5	6,7	7,2	7,6	8,0	8,6	8,8	9,0
T, сут	32	38	52	60	71	84	82	94	103	97	110	120	124

Определить коэффициент корреляции парной регрессии. Оценить его значимость.

Задание 11 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

Построить уравнение регрессии по полученным экспериментальным данным значений производительности доменной печи P (т/сут) от расхода кокса z (т/сут):

P, т/сут	1225	1250	1275	1325	1350	1375	1425
z, т/сут	2550	2700	2650	2760	2780	2890	2860

Для описания зависимости предлагается принять функцию: $y(x) = a + b/x$. Оценить СКО.

Задание 12 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

Определить вид зависимости динамической вязкости масла МС-20 от температуры:

T, °С	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
μ, Па·с	0,423	0,240	0,145	0,070	0,050

В качестве функции принять: $\mu(T) = a\,\mathrm{e}^{bx}$. Определить значение динамической вязкости масла МС-20 при температуре 35 °С?

Задание 13 (ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

Расписать вывод коэффициентов следующего уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов. Предварительно необходимо лианеризовать уравнение относительно коэффициентов: $y(x) = \sqrt{x^a}\,b^{\ln(x)}$.

Задание 14 (УК-1-В1, ОПК-1-У1)

По данным эксперимента, устанавливающих зависимость коэффициента теплопроводности от температуры, найти основные выборочные числовые характеристики:

T, ºС	10	20	30	40	50	60	70
λ, Дж/(м·с·ºС)	0,135	0,134	0,132	0,131	0,130	0,129	0,128

Задание 15 (УК-1-В1, ОПК-1-У1)

Расписать вывод коэффициентов следующего уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов:

$$y(x) = \frac{1}{ax + b}.$$

Задание 16 (УК-1-В1, ОПК-1-У1)

Расписать вывод коэффициентов следующего уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов:

$$y(x) = \frac{a}{x + b}.$$

Задание 17 (ПК-1-У1, ПК-1-В1)

Изобразите блок-схему алгоритма определения коэффициентов уравнения линейной регрессии методом наименьших квадратов.

Задание 18 (ПК-1-У1, ПК-1-В1)

Изобразите блок-схему алгоритма обработки результатов эксперимента 2^3.

Задание 19 (ПК-1-У1, ПК-1-В1)

Изобразите блок-схему поиска оптимума методом симплексного планирования эксперимента по двум факторам.

Контрольные вопросы к практической работе №1 (УК-1-З1, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1)

1. Дайте определение полного факторного эксперимента.
2. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
3. Что называют кодированием факторов? Зачем его проводят?
4. Как происходит формирования матрицы планирования экспериментов? Постройте матрицу планирования для планов 2^2, 2^3, 2^4.
5. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента?
6. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии? Запишите формулу расчета b-коэффициентов.
7. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии?
8. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии?

Контрольные вопросы к практической работе №2 (УК-1-З1, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-З1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1)

1. Что называют дробным факторным экспериментом?
2. Дайте определение дробной реплики полного факторного эксперимента.
3. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.
4. Какие планы называют насыщенными?
5. Явление смешивания оценок β-коэффициентов в дробном факторном эксперименте.
6. Что называют генерирующим соотношением и определяющим контрастом?

Контрольные вопросы к практической работе №3 (УК-1-З1, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-1-З1)

1. Каков принцип построения композиционного плана?
2. Из каких частей состоит композиционный план?
3. Какие типы композиционных планов Вы знаете? В чем их отличия?
4. Назовите отличие композиционного плана второго порядка от дробного факторного эксперимента.
5. Назовите особенности использования симметричного ротатабельного плана
6. Каков принцип реализации симметричного ортогонального плана.

Контрольные вопросы к практической работе №4 (УК-1-З1, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1)

1. В чем заключается сущность градиентных методов?
2. Какие градиентные методы Вы знаете?
3. Как реализуется метод Бокса-Уилсона?
4. Каким образом выбирают направления и параметр шага в методе Гаусса-Зейделя?
5. Когда заканчивается этап крутого восхождения? Какие решения при этом принимаются?

Контрольные вопросы к практической работе №5 (УК-1-З1, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-1-З1, ПК-1-У1, ПК-1-В1)

1. В чем заключается смысл симплекс-метода?
2. Сформулируйте алгоритм симплекс-метода.
3. Назовите недостатки и преимущества симплекс-метода.
4. Что представляет собой симплексная таблица?
5. Каково правило останова при планировании эксперимента?

Контрольные вопросы для защиты домашнего задания №1 (УК-1-З1, УК-1-У1, ОПК-1-З1, ОПК-1-У1)

1. В чем заключается суть метода наименьших квадратов?
2. Какова особенность оценок, полученных с помощью метода наименьших квадратов?
3. В чем смысл преобразования уравнения регрессии методом наименьших квадратов?
4. В каких случаях можно применять метод наименьших квадратов?
5. Как можно оценить погрешность параметров зависимости, аппроксимированной прямой линией, если эти параметры получены методом наименьших квадратов?
6. В чем состоят основные достоинства и недостатки метода наименьших квадратов?

Контрольные вопросы для защиты домашнего задания №2 (УК-1-З1, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-З1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-1-З1)

1. В чем сущность полного факторного эксперимента и какие математические модели он позволяет исследовать?
2. Какую область описывает уравнение регрессии, полученное с помощью полного факторного эксперимента, и в каких границах его можно использовать?
3. Что такое взаимодействие факторов и сколько их в полном факторном эксперименте?
4. Как составляется и какими свойствами обладает матрица планирования полного факторного эксперимента?
5. Каков порядок постановки опытов при полном факторном эксперименте?
6. Как проверить воспроизводимость опытов?
7. Как рассчитать оценки коэффициентов регрессионного уравнения?
8. Как проверить статистическую значимость оценок коэффициентов регрессии?
9. Как проверить адекватность полученной математической модели?
10. Как перейти к исходным физическим переменным?

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

При изучении дисциплины предусмотрено два домашних задания:

1. Составление математической модели производственного процесса методом наименьших квадратов (УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1).
2. Составление математической модели производственного процесса методом полного факторного эксперимента (УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-1-У1, ПК-1-В1).

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение контрольных тестов.

Вопросы для подготовки к контрольным тестам:

Раздела №1 (УК-1-З1, ОПК-1-З1)

1. Случайная величина – это:

а) результат измерения неоднозначного исхода случайного события;

б) результат эксперимента;

в) разброс значений числовой характеристики опыта.

2. Закон распределения случайной величины – это:

а) соотношения между значениями нескольких случайных величин;

б) соотношение между математическим ожиданием и дисперсией случайной величины;

в) соотношение между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями;

г) оценка вероятности появления случайной величины.

3. Генеральная совокупность результатов – это:

а) вся совокупность полученных результатов при заданных условиях (факторах);

б) возможные значения случайной величины.

4. Выборка – это:

а) часть элементов генеральной совокупности;

б) ряд результатов, выбранных случайным образом из генеральной совокупности;

в) система случайных величин;

г) результаты эксперимента.

5. Математическое ожидание – это:

а) центр распределения случайной величины;

б) параметр распределения вероятностей случайной величины;

в) среднее значение случайной величины.

6. Дисперсия – это:
а) характеристика рассеяния случайной величины относительно математического ожидания;
б) мера рассеяния случайной величины;
в) математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания.
7. Что из перечисленных показателей можно отнести к дискретным случайным величинам:
а) должностные оклады;
б) сортность продукции;
в) дефектность продукции;
г) реальное содержание углерода в анализируемых плавках;
д) реальное значение предела текучести стали в анализируемых плавках;
е) размер вкладов в банке.
8. Что из перечисленных показателей можно отнести к непрерывным случайным величинам:
а) должностные оклады;
б) сортность продукции;
в) дефектность продукции;
г) реальное содержание углерода в анализируемых плавках;
д) реальное значение предела текучести стали в анализируемых плавках;
е) размер вкладов в банке.
9. Эксперимент – это:
а) преобразование входов в выходы;
б) метод решения возникших проблем;
в) деятельность, направленная на получение некоторого ожидаемого результата;
г) проведение опытов для получения результатов.
10. Под факторами понимают:
а) входные параметры системы;
б) переменные значения, характеризующие условия осуществления процесса;
в) показатели качества;
г) постоянные значения, характеризующие условия осуществления процесса.
11. Цель эксперимента:
а) определить значения факторов;
б) определить значения факторов, при которых отклик оптимален;
в) установить зависимость отклика от факторов;
г) установить уровни значений факторов;
д) определить значения показателей качества.
12. Эксперимент относят к «активному», если:
а) результаты получены в ходе реализации технологического процесса;
б) его осуществление заранее спланировано;
в) факторами, влияющими на результат, можно управлять;
г) результаты получены как случайные величины.
13. Вариационный ряд – это:
а) последовательность значений выборки;
б) последовательность значений выборки, записанная в убывающем порядке;
в) последовательность значений выборки, записанная в возрастающем порядке.
14. Относительная частота элементов выборки – это:
а) доля элементов выборки в каждом интервале ко всем элементам;
б) число элементов выборки, попавших в каждый интервал;
в) доля элементов выборки соответствующих данному значению признака, отнесенная ко всем элементам;
г) число элементов выборки, соответствующих каждому значению признака.
15. Гистограмма относительных частот – это:
а) ступенчатая фигура в координатах «плотность относительной частоты – частный интервал признака»;
б) график плотности относительных частот в зависимости от значений признака.
16. Полигон – это:
а) график дискретного вариационного ряда в координатах $m_y - y$;
б) график интервального вариационного ряда в координатах $m_y - h_y$;
в) график дискретного вариационного ряда в координатах $w_y - y$.
17. Значимость экспериментальных результатов выборки оценивается:
а) величиной удаления «крайних» значений от центра выборки;
б) отношением величины удаления «крайних» значений от центра выборки к среднеквадратичному отклонению;
в) отношением «крайнего» значения к среднеквадратичному отклонению.
18. Точность результатов оценивается:
а) отношением средних значений выборки;
б) отношением дисперсий выборки;
в) отношением среднеквадратичных отклонений выборок.

19. Доверительный интервал для математического ожидания – это:
а) совокупность значений признака вблизи среднего значения;
б) вероятностная граница значений признака, накрывающая его истинное значение;
в) интервал около среднего значения признака изучаемой выборки.
20. К чему приводит увеличение вероятности при определении доверительного интервала для математического ожидания:
а) сужению доверительного интервала;
б) повышению надежности результатов;
в) расширению доверительного интервала;
г) повышению точности результатов;
д) снижению точности результатов.
21. Что характеризует доверительный интервал для дисперсии:
а) вероятностная граница значений признака;
б) интервал, в котором находится среднее значение дисперсии, вычисленное по выборке;
в) вероятностный интервал, в который попадает истинное значение дисперсии;
г) разброс значений признака.
22. Оценка воспроизводимости результатов опытов основана на:
а) оценке однородности дисперсий по выборкам;
б) оценке средних значений признака по выборкам;
в) оценке отклонений результатов от среднего значения;
г) оценке квадрата отклонений результатов в выборке от среднего значения.
23. Проверка адекватности – это:
а) оценка соответствия расчетных и экспериментальных результатов;
б) оценка соответствия предсказания действительности;
в) оценка величины дисперсии адекватности;
г) оценка величины отношения дисперсии адекватности к дисперсии воспроизводимости.
24. Задача дисперсионного анализа – это:
а) установить зависимость влияния на исследуемый признак (показатель) одного из факторов;
б) выявить влияние факторов на исследуемый признак;
в) выявить и оценить влияние одного или нескольких факторов на показатель качества;
г) определить число факторов, влияющих на показатель качества.
25. Сущность дисперсионного анализа:
а) разложить дисперсию результатов на составляющие, порождаемые факторами;
б) определить дисперсию результатов измерений;
в) определить часть дисперсии результатов измерений, порождаемую помехами;
г) разложить дисперсию результатов измерений на составляющие, порождаемые факторами и помехами.
26. Вводим нуль-гипотезу, заключающуюся в:
а) отсутствии малых расхождений в средних значениях результатов в каждой серии измерений;
б) равенстве математических ожиданий результатов измерений;
в) равенстве дисперсий результатов во всех сериях измерений.
27. Для проведения дисперсионного анализа необходимо:
а) составить матрицу измерений показателя качества;
б) определить предполагаемые факторы изменчивости;
в) составить план измерений показателя по всем факторам;
г) оценить возможные помехи, влияющие на результаты (показатель качества).
28. Влияние каждого фактора выявляется значением:
а) межгрупповой дисперсии;
б) общей дисперсии всех результатов измерений;
в) долей дисперсии каждого фактора в общей дисперсии результатов;
г) остаточной дисперсии.
29. Влияние случайных помех на результаты измерений выявляются значением:
а) межгрупповой дисперсии;
б) остаточной дисперсии;
в) долей дисперсии помех в общей дисперсии результатов;
г) общей дисперсией всех результатов измерений.
30. Фактор изменчивости оказывает существенное влияние, если отношение:
а) дисперсии фактора к общей дисперсии больше $F_{\text{табл}}$;
б) дисперсии фактора к дисперсии помех больше $F_{\text{табл}}$;
в) дисперсии одного фактора к сумме дисперсий других факторов меньше $F_{\text{табл}}$;
г) дисперсии фактора к дисперсии помех меньше $F_{\text{табл}}$.
31. Если между двумя переменными существует статистическая связь, то:
а) одна переменная реагирует на изменение другой изменением своего распределения;
б) при изменении одной переменной другая не изменяется;

в) при изменении одной переменной другая изменяется пропорционально первой.

32. Задачей корреляционного анализа является:

а) установление связей между переменными;

б) установление тесноты связи между случайными переменными;

в) установление тесноты связи между случайной переменной и детерминированной (неслучайной) переменной;

г) определение коэффициентов корреляции.

33. Коэффициент парной корреляции – есть:

а) отношение корреляционного момента к произведению дисперсий двух переменных;

б) отношение произведения отклонений случайных величин от их среднего значения к выборочным дисперсиям;

в) ковариация двух случайных переменных.

34. Выборочный коэффициент линейной корреляции:

а) находится на интервале (+1) – (-1);

б) если $r < 0$, то переменные уменьшаются одновременно;

в) если $r > 0$, то переменные увеличиваются одновременно;

г) $r < 0$, то при увеличении одной переменной другая уменьшается;

д) находится на интервале (0) – (+1).

35. При линейной корреляции между переменными (y, x):

а) $r_{y,x} = r_{x,y}$, если у и х нормально распределены,

б) чем меньше значение r, тем слабее связь между переменными;

в) r не изменится, если значения переменных уменьшатся в a раз;

г) r изменится, если из значений переменных вычесть одно и то же число b;

д) наибольшая связь между переменными при $r = + 1$;

е) наименьшая связь между переменными при $r = – 1$.

36. Коэффициенты частной и множественной корреляции определяются:

а) на основе парных коэффициентов корреляции;

б) по корреляционной матрице из выборочных коэффициентов линейной корреляции;

в) на основе экспериментальных значений двух случайных переменных;

г) на основе экспериментальных значений нескольких случайных переменных.

37. Коэффициент частной и множественной корреляции:

а) коэффициент частной и множественной корреляции находятся на интервале 0 – (+1);

б) коэффициент множественной корреляции находятся на интервале 0 – (+1);

в) коэффициент частной корреляции находится на интервале (-1) – (+1);

г) коэффициент частной корреляции – коэффициент различного порядка;

д) коэффициент частной и множественной корреляции – коэффициенты первого порядка.

38. Задачей ранжирования факторов является:

а) выявление факторов, влияющих на показатель качества;

б) определение соотношения между факторами;

в) определение зависимости показателя качества от факторов;

г) определение важности факторов по их влиянию на показатель качества.

39. При ранжировании факторов используется метод:

а) опроса специалистов, участвующих в эксперименте;

б) опроса специалистов, понимающих существо задачи анализа;

в) опроса специалистов разных организаций;

г) опроса специалистов случайно выбранных.

40. Диаграмма рангов строится в координатах:

а) сумма рангов – факторы;

б) сумма рангов всех экспертов – факторы;

в) сумма рангов всех экспертов – ранг каждого эксперта;

г) сумма рангов всех экспертов каждого фактора – факторы.

41. Фактор влияет сильнее, если:

а) сумма рангов больше;

б) сумма рангов меньше;

в) ранг данного фактора по всем экспертизам меньше;

г) коэффициент весомости фактора больше.

42. Результат ранжирования достигнут, если:

а) по сумме рангов факторы сильно различаются;

б) по сумме рангов факторы мало отличаются;

в) коэффициенты весомости факторов сильно различаются;

г) коэффициенты весомости факторов равны.

43. Регрессионный анализ – это:

а) способ описания зависимости случайной величины от неслучайной;

б) способ аппроксимации экспериментальных результатов математической моделью;

в) способ описания зависимости между собой двух или более случайных переменных.

44. Метод наименьших квадратов – это метод, в котором минимизируются:
а) отклонения экспериментальных результатов от расчетных;
б) модули отклонений экспериментальных и расчетных значений;
в) квадраты отклонений экспериментальных и расчетных значений;
г) сумма квадратов отклонений экспериментальных и расчетных значений.
45. При подборе аппроксимирующей модели:
а) число расчетных уравнений равно их порядку (наивысшей степени фактора);
б) число расчетных уравнений на единицу больше порядка;
в) число расчетных уравнений выбирается и не связанно с их порядком.
46. Проверка значимости (адекватности) модели (уравнения регрессии) состоит в сравнении:
а) отношения отклонений экспериментальных и расчетных результатов (y) под влиянием фактора (x) к отклонениям экспериментальных результатов в параллельных опытах;
б) отношения дисперсии адекватности к дисперсии опытов с табличным значением критерия Фишера (F);
в) дисперсии адекватности ($S_{ад}$) с дисперсией опытов (S_y).
47. Оценка значимости коэффициентов модели осуществляется сравнением:
а) дисперсии опыта с дисперсией фактора;
б) отношения коэффициента к его среднеквадратичному отклонению с табличным значением t -критерия;
в) коэффициента со своим среднеквадратичным отклонением.

Раздел 2(УК-1-З1, ОПК-1-З1, ПК-1-З1)
1. Математическое планирование эксперимента – это:
а) определение числа факторов, влияющих на показатель качества;
б) выбор уровней факторов;
в) выбор числа и условий проведения опытов для решения поставленной задачи;
г) выбор регрессионной модели.
2. В полном факторном эксперименте:
а) все факторы имеют одинаковое число уровней;
б) число опытов соответствует числу факторов;
в) число опытов – это полное сочетание уровней в факторном пространстве;
г) факторы имеют разное число уровней.
3. В полном факторном эксперименте коэффициента уравнения рассчитываются независимо, если:
а) план эксперимента симметричен;
б) план эксперимента ортогонален;
в) план эксперимента не ортогонален и не симметричен;
г) план эксперимента ортогонален и симметричен.
4. В дробном факторном эксперименте:
а) уменьшается количество факторов;
б) коэффициенты линейных эффектов смешаны с эффектами взаимодействия;
в) уменьшается количество опытов;
г) план ДФЭ является частью ПФЭ;
д) в ДФЭ число опытов вдвое превышает число факторов ($2k$).
5. Оценку воспроизводимости опытов, значимости коэффициентов модели можно осуществить при:
а) дублировании первого опыта;
б) дублировании опытов в центре плана;
в) дублировании опытов во всех точках факторного пространства;
г) отсутствии ошибок при определении показателя качества.
6. Регрессионная модель адекватна экспериментальным значениям при:
а) малом значении дисперсии опыта $\left(S_y^2\right)$;
б) малом значении дисперсии адекватности $\left(S_{ад}^2\right)$;
в) большом значении дисперсии опыта$\left(S_y^2\right)$;
г) малом соотношении дисперсии адекватности к дисперсии опыта.
7. Композиционный план – это:
а) план второго порядка;
б) композиция из ядра плана и звездных точек;
в) достройка плана первого порядка до плана второго порядка;
г) композиция из ядра плана, звездных и нулевых точек.
8. План метода главных эффектов – это:
а) план для факторов с разными уровнями;
б) компромиссный план;
в) равномерный план;
г) план с вводимыми дополнительными факторами.
9. Модель метода главных эффектов:

а) содержит только линейные члены;
б) степень определяется уровнем последнего фактора;
в) степень определяется фактором с наивысшим уровнем;
г) модель не содержит эффектов взаимодействия.

10. Метод крутого восхождения – это:

а) градиентный метод построения регрессионной модели нахождения оптимума;
б) градиентный метод нахождения области оптимального значения показателя качества;
в) аналитический метод нахождения оптимума на основе регрессионной модели.

11. Симплексный метод оптимизации – это:

а) метод поиска оптимума путем «отображения» наихудшего результата;
б) метод построения регрессионной модели для определения оптимума;
в) метод определения значения факторов, при которых показатель оптимален.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

В семестре 8 предусмотрен экзамен.
Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.
Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки.
Вопрос 1 – из перечня вопросов 1-26 самостоятельной подготовки к экзамену.
Вопрос 2 – из перечня вопросов 27-52 самостоятельной подготовки к экзамену.
Вопрос 3 – из перечня практических заданий для подготовки к экзамену.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Цели и принципы математического моделирования. Виды моделей.
2. Планирование многофакторных экспериментов.
3. Изобразите блок-схему поиска оптимума методом симплексного планирования эксперимента по двум факторам.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Требования, предъявляемые к математической модели. Преимущества математического моделирования.
2. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
3. Изобразите блок-схему алгоритма обработки результатов эксперимента 2^3.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Алгоритм построения математических моделей.
2. Планы и модели ПФЭ для двух уровней факторов.
3. По данным эксперимента рассчитать коэффициент корреляции и оценить его адекватность. Сделать выводы.

X	0,150	0,148	0,146	0,144	0,141
Y	3,550	1,860	0,620	0,303	0,164

Уровень значимости принять 0,05.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Понятие об эксперименте. Случайные величины, их распределение.
2. Факторное пространство. Поверхность отклика (функции). Графическое изображение поверхности отклика.
3. Определить вид зависимости кинематической вязкости масла МК-22 от температуры

T, °C	10	20	30	40	50	60	70
$\nu \cdot 10^3$, м^2/с	3,897	2,060	0,693	0,341	0,187	0,110	0,071

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Группировка и представление экспериментальных результатов.
2. Анализ математических моделей.
3. Определить вид зависимости динамической вязкости масла МС-20 от температуры.

T, °С	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
μ, Па·с	0,423	0,240	0,145	0,070	0,050

В качестве функции принять: $\mu(T) = a\,e^{bx}$. Определить значение динамической вязкости масла МС-20 при температуре 35 °С?

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Вариационные ряды.
2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ).
3. На основе данных, полученных при эксперименте:

α, º	-40	-20	0	20	40	60
p, МН/м^2	36	52	65	60	43	18

путем аппроксимации была получена зависимость удельного гидростатического давления в подшипнике жидкостного трения от угла охвата масла: $y(x) = -0{,}01x^2 + 0{,}12x + 62{,}89$. Оценить ее адекватность.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Обработка статистических экспериментальных результатов.
2. Планы и модели ДФЭ для двух уровней факторов.
3. Найти множественный коэффициент корреляции, а также частные коэффициенты между параметрами:

T, ºС	10	20	30	40	50
ρ, кг/м^3	898	892,5	886,5	881,0	875,5
μ, Па·с	2,43	1,0	0,47	0,24	0,13

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Понятие доверительного интервала.
2. Планирование эксперимента для многоуровневых факторов.
3. Зависимость удельной теплоемкости от температуры масла приведена в таблице:

T, ºС	45	50	55	60	65	70	75
C_p, кДж/(кг·ºС)	1,59	1,6	1,605	1,61	1,625	1,64	1,65

Построить функцию $C_p = C_p(T)$ и оценить ее ошибку.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Построение доверительного интервала для математического ожидания.
2. Оценка воспроизводимости опытов.
3. По данным эксперимента в качестве уравнения регрессии было предложено использовать следующие функции: $y(x) = 2{,}7\exp(3{,}02x)$ и $y(x) = 36x - 2{,}46$.

Определить какая из зависимостей наиболее точно аппроксимирует экспериментальные данные?

X	0,2	0,35	0,4	0,55	0,60	0,65
Y	4,74	7,66	8,99	14,53	17,05	20,01

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Построение доверительного интервала для дисперсии.
2. Оценка адекватности модели.
3. По данным эксперимента:

T, ºС	50	60	70	70	70	70	80	90	100
ρ, кг/м^3	875,5	869,6	864,1	863,9	864,1	864	858,5	852,5	847

Было получено уравнение регрессии: $\rho(T) = -0{,}57T + 903{,}89$.

Оценить значимость коэффициентов. Записать полученную модель.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Основные законы распределения непрерывных случайных величин.
2. Принцип построения композиционного плана. Композиционная стратегия проведения опытов.
3. В результате исследований получены данные о значениях износа валков калибровочного стана И (мм/1000 т) от содержания кремния Si (%) в чугуне, из которого изготовлены валки:

Si, %	2,15	2,25	2,30	2,35	2,55	2,70
И, мм/1000 т	0,125	0,142	0,175	0,152	0,210	0,265

Рекомендуется аппроксимировать экспериментальные данные следующей функцией: $y(x) = a\,\mathrm{e}^{bx}$.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Проверка воспроизводимости результатов опытов.
2. Построение и принцип реализации симметричного ортогонального плана.
3. По данным эксперимента получены данные о значениях стойкости свода печи T (сут) в зависимости от длительности плавки τ (ч):

τ, ч	3,5	4,0	4,5	5,5	6	6,5	6,7	7,2	7,6	8,0	8,6	8,8	9,0
T, сут	32	38	52	60	71	84	82	94	103	97	110	120	124

Определить коэффициент корреляции парной регрессии. Оценить его значимость.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №13

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Проверка адекватности.
2. Особенности использования симметричного ротатабельного плана.
3. Построить уравнение регрессии по полученным экспериментальным данным значений производительности доменной печи P (т/сут) от расхода кокса z (т/сут):

P, т/сут	1225	1250	1275	1325	1350	1375	1425
z, т/сут	2550	2700	2650	2760	2780	2890	2860

Для описания зависимости предлагается принять функцию: $y(x) = a + b/x$. Оценить СКО.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №14

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Модель дисперсионного анализа, условия его проведения.
2. Построение математических моделей второго порядка при использовании композиционных планов.
3. Зависимость усилия прокатки P (МН) от переднего натяжения σ (МПа) приведено в таблице:

σ, МПа	20	60	100	120	150	180	200
P, МН	11	10,2	10	9,6	9,2	8,5	8,2

Определить коэффициенты уравнения регрессии: $P(\sigma) = a + b\ ln(\sigma)$.Записать полученную модель.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №15

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Алгоритм проведения дисперсионного анализа.
2. Представление модели главных эффектов при различных уровнях факторов.
3. По данным эксперимента, устанавливающих зависимость коэффициента теплопроводности от температуры, найти основные выборочные числовые характеристики:

T, ºC	10	20	30	40	50	60	70
λ, Дж/(м·с·ºC)	0,135	0,134	0,132	0,131	0,130	0,129	0,128

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №16

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Использование дисперсионного анализа для обеспечения стабильности технологического процесса.
2. Преобразование типовых планов в планы главных эффектов.
3. Расписать вывод коэффициентов следующего уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов. Предварительно необходимо лианеризовать уравнение относительно коэффициентов: $y(x) = \sqrt{x^a} b^{\ln(x)}$.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №17

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Функциональные и статистические связи между переменными.
2. Алгоритм построения математической модели процесса с использованием метода главных эффектов.
3. Расписать вывод коэффициентов следующего уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов:

$$y(x) = \frac{1}{ax + b}.$$

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №18

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Модель корреляционного анализа. Выборочный коэффициент линейной корреляции.
2. Постановка задачи оптимизации при планировании экспериментов.
3. Расписать вывод коэффициентов следующего уравнения регрессии, используя метод наименьших квадратов:

$$y(x) = \frac{a}{x + b}.$$

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №19

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Многомерный корреляционный анализ.
2. Сущность градиентных методов поиска экстремума.
3. Изобразите блок-схему поиска оптимума методом симплексного планирования эксперимента по двум факторам.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №20

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Использование корреляционного анализа.
2. Использование градиентных методов последовательного достижения экстремума показателя качества (метод Бокса-Уилсона).
3. Построить уравнение регрессии по полученным экспериментальным данным значений производительности доменной печи P (т/сут) от расхода кокса z (т/сут):

P, т/сут	1225	1250	1275	1325	1350	1375	1425
z, т/сут	2550	2700	2650	2760	2780	2890	2860

Для описания зависимости предлагается принять функцию: $y(x) = a + b/x$. Оценить СКО.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №21

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Ранжирование признаков или факторов. Интерпретация результатов ранжирования.
2. Использование градиентных методов последовательного достижения экстремума показателя качества (метод Гаусса-Зейделя).
3. Найти множественный коэффициент корреляции, а также частные коэффициенты между параметрами:

T, ºС	10	20	30	40	50
ρ, кг/м^3	898	892,5	886,5	881,0	875,5
μ, Па·с	2,43	1,0	0,47	0,24	0,13

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №22

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Модель регрессивного анализа.
2. Симплексный метод нахождения значений факторов, обеспечивающих достижение заданного уровня показателей качества. Стратегия поиска новых точек.
3. Изобразите блок-схему алгоритма определения коэффициентов уравнения линейной регрессии методом наименьших квадратов.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №23

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Задачи математического планирования многофакторных экспериментов.
2. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов.
3. Зависимость усилия прокатки P (МН) от переднего натяжения σ (МПа) приведено в таблице:

σ, МПа	20	60	100	120	150	180	200
P, МН	11	10,2	10	9,6	9,2	8,5	8,2

Определить коэффициенты уравнения регрессии: $P(\sigma) = a + b\,ln(\sigma)$.Записать полученную модель.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №24

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Оценка значимости коэффициентов регрессии.
2. Метод «градиента» поиска экстремума многофакторной целевой функции.
3. По данным эксперимента рассчитать коэффициент корреляции и оценить его адекватность. Сделать выводы.

X	0,150	0,148	0,146	0,144	0,141
Y	3,550	1,860	0,620	0,303	0,164

Уровень значимости принять 0,05.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №25

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Проверка значимости уравнения регрессии (адекватности).
2. Метод «сканирования» поиска экстремума многофакторной целевой функции.
3. По данным эксперимента получены данные о значениях стойкости свода печи T (сут) в зависимости от длительности плавки τ (ч):

τ, ч	3,5	4,0	4,5	5,5	6	6,5	6,7	7,2	7,6	8,0	8,6	8,8	9,0
T, сут	32	38	52	60	71	84	82	94	103	97	110	120	124

Определить коэффициент корреляции парной регрессии. Оценить его значимость.

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(СТИ НИТУ «МИСИС»)

Кафедра: Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №26

Форма обучения: очная

Дисциплина: Математическое моделирование производственных процессов
Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

1. Метод наименьших квадратов.
2. Анализ влияния одного или нескольких факторов на значение показателей качества.
3. По данным эксперимента в качестве уравнения регрессии было предложено использовать следующие функции: $y(x) = 2{,}7\exp(3{,}02x)$ и $y(x) = 36x - 2{,}46$.

Определить какая из зависимостей наиболее точно аппроксимирует экспериментальные данные?

X	0,2	0,35	0,4	0,55	0,60	0,65
Y	4,74	7,66	8,99	14,53	17,05	20,01

Билет составил: старший преподаватель кафедры ТОММ _____ Титова А.П.

Зав. кафедрой ТОММ, к.т.н., доцент _____ Макаров А.В.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

По дисциплине предусмотрен экзамен.
Экзамен служит для оценки работы студента в течение семестра и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.
По итогам экзамена выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении задания, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении задания, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении задания, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении задания, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Барботько А.И., Гладышкин А.О.	Основы теории математического моделирования: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2008
Л1.2	Соловьев В.П., Богатов Е.М.	Организация эксперимента: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: ТНТ, 2012
Л 1.3	Юрчук С.Ю.	Методы математического моделирования: учебное пособие	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/78562.html	Москва: Издательский Дом МИСИС, 2018

6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Библиотека**	**Издательство, год**
Л 2.1	Гмурман В.Е.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов – 11-е изд., стер.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва: Высшая школа, 2005
Л 2.2	Галанин М.П., Савенков Е.Б.	Методы численного анализа математических моделей	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Москва: МГТУ им. Н.Э Баумана, 2010
Л 2.3	Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.	Математическое моделирование: задачи и методы механики. Учебное пособие	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS. Режим доступа: URL: http://www.iprbookshop.ru/22880.html	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Библиотека**	**Издательство, год**
Л 3.1	Титова А.П., Владимиров А.А.	Математическое моделирование производственных процессов: методические указания к выполнению домашнего задания	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2020
Л 3.2	Титова А.П., Владимиров А.А.	Математическое моделирование производственных процессов: практикум	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2020
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Электронная библиотека НИТУ «МИСИС». Доступ: http://elibrary.misis.ru			
Э2	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Доступ https://biblioclub.ru/			
Э3	Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS». Доступ: http://www.iprbookshop.ru/			
Э4	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». Доступ: https://elibrary.ru			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows			
П 2	Microsoft Office			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	**Учебная аудитория** Аудитория № 207 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 3а) Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: - комплект мебели для преподавателя, - комплект мебели для обучающихся на 24 посадочных мест, - доска аудиторная, - проектор, - экран настенно-потолочный, - моноблок. Программное обеспечение: - Microsoft Windows, - Microsoft Office, - Kaspersky Endpoint Security.

7.2	**Помещение для самостоятельной работы обучающихся** Аудитория № 107 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 3а) Лаборатория САПР Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: - комплект мебели для преподавателя, - комплект мебели для обучающихся на 24 посадочных мест, - доска аудиторная, - компьютер – 8 шт., - проектор, - экран настенно-потолочный. Программное обеспечение: - Microsoft Windows, - Microsoft Office, - KOMPAS-3D, - ANSYS, - интерактивная мультимедийная учебная система SYMPlus, - Kaspersky Endpoint Security. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание лекций должно отвечать ряду дидактических принципов, главными из которых является: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность. Содержание лекции должно быть предварительно освещено вначале занятия в соответствии с планом лекции.

Материал лекции требует всестороннего, последовательного, логически стройного изложения и должен иметь завершенный характер. Объем научной информации должен быть четко систематизирован и методически проработан, высказываемые суждения доказательны, аргументированы. Лекции должен быть доступны для понимания. Вводимые термины и названия должны быть разъяснены. Главные мысли и положения должны быть выделены, формулировки выводов сделаны четко, лаконично. Обучающимся должна быть предоставлена возможность слушать, осмысливать и кратко записывать информацию.

Для каждой лекции подбирается соответствующий дидактический и демонстрационный материал (слайды, иллюстрации, экспериментальные образцы) и ссылки на источники (книги, журналы, сайты).

В заключение каждой лекции подразумевается подведение общего итога, обобщение материала, формулировка выводов, ответы на вопросы студентов.

Для лучшего усвоения и закрепления основных теоретических приложений изучаемого курса предусмотрено проведение практических занятий. Необходимым условием успешного участия в практических занятиях является самостоятельная подготовка обучающихся.

В рамках дисциплины предусмотрено выполнение домашних заданий, которые дают возможность студентам сформировать профессиональные компетенции в области планирования и организации эксперимента.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе обучающегося. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется и контролируется с помощью:

- вопросов для самоконтроля;
- тестирования;
- защиты домашних заданий;
- защиты практических работ.