

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 «24» июня 2025 г.
протокол № 26

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообменное оборудование предприятий

Закреплена за кафедрой	Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ

Часов по учебному плану	<u>252</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>34</u>
самостоятельная работа	<u>182</u>
часов на контроль	<u>36</u>

Формы контроля в семестрах:
экзамен 7
курсовой проект 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	182	182	182	182
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	252	252	252	252

Год набора 2025.

Программу составил(и):
доцент, кандидат технических наук
Черменев Евгений Александрович
Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью


подпись

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообменное оборудование предприятий

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 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника,

Профиль: Промышленная теплоэнергетика,

утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 24.06.2025 г., протокол № 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

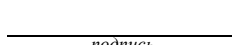
Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

наименование кафедры

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой
подпись

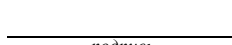
«05» июня 2025 г.


подпись

А.В. Сазонов
И.О. Фамилия

Руководитель ОПОП ВО
заведующий кафедрой ММ им. С.П. Угаровой,
кандидат технических наук, доцент
должность, уч. ст., уч. зв.

«05» июня 2025 г.


подпись

А.В. Сазонов
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Подготовка обучающихся к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению подготовки; изучение теплообменного оборудования предприятий для последующего его подбора, расчета, проектирования и эксплуатации; формирование знаний и умений, необходимых для самостоятельного обоснованного выбора методов решения прикладных задач в предметной сфере деятельности.	
Задачи дисциплины:	
<ul style="list-style-type: none"> - изучение основных видов и конструкций теплообменного оборудования предприятий и физических процессов, которые в них протекают; - изучение основных технологических процессов и установок, в которых используется теплообменное оборудование; - овладение навыками проведения тепловых конструктивных и гидравлических расчетов теплообменного оборудования предприятий; - овладение навыками принятия, обоснования и защиты конкретных решений при выборе и конструировании теплообменного оборудования. 	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теплотехника
2.1.2.	Гидрогазодинамика
2.1.3.	Теория и практика сжигания топлива
2.1.4.	Технологические энергоносители предприятий
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Энерго- и ресурсосберегающие технологии
2.2.2	Низкотемпературные технологические процессы и установки
2.2.3	Выполнение и 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-1-31 основные законы теплообмена для расчета и анализа процессов в рабочем пространстве теплообменного оборудования
Уметь:	УК-1-У1 анализировать информацию о показателях работы теплообменного оборудования, принципах их действия, методах их расчета и проектирования
Владеть:	УК-1-В1 информацией о технических параметрах теплообменного оборудования, входящего в состав энергетических и технологических установок; УК-1-В2 методиками расчета и анализа параметров работы теплообменного оборудования
УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения	
Знать:	УК-2-31 основы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения поставленных задач в области применения теплообменного оборудования УК-2-32 соответствующие методики анализа базы данных показателей процессов и систем в теплообменном оборудовании в соответствии с профилем образовательной программы
Уметь:	УК-2-У1 выполнять инженерные расчёты систем теплообмена, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей УК-3-У2 определить эффективность работы теплообменного оборудования, находить оптимальные способы повышения эффективности работы теплообменного оборудования
Владеть:	УК-2-В1 терминологией в области теплообменного оборудования предприятий УК-2-В2 навыками проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием
ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, знания экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями	
Знать:	ОПК-3-31 основные теплоносители применяемые в теплообменном оборудовании, их свойства и характеристики
Уметь:	ОПК-3-У1 проводить тепловые и гидравлические расчеты теплообменного оборудования и его отдельных элементов
Владеть:	ОПК-3-В1 навыками расчета переноса теплоты различными методами

ПК-1: Анализ и совершенствование теплотехнического оборудования на металлургических предприятиях	
Знать:	ПК-1-31 основные физико-химические процессы протекающих в элементах тепломассообменного оборудования, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания ПК-1-32 схемы, состав оборудования и режимы работы современных и перспективных промышленных тепломассообменных установок.
Уметь:	ПК-1-У1 проводить подбор тепломассообменного оборудования, выпускаемого отечественными и зарубежными предприятиями, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми характеристиками
Владеть:	ПК-1-В1 приемами и методами расчета тепломассообменного оборудования и организации работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	Раздел 1 Основные виды промышленных тепломассообменных процессов, аппаратов и установок					
1.1	Промышленное оборудование. Методы передачи тепловой энергии. Аппараты и машины. /Лек/	7	1	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1 Э 1	
1.2	Виды промышленных теплоносителей Схемы движения теплоносителей. Способы интенсификация теплообмена. /Ср/	7	14	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В2 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.5 Л 2.6	
	Раздел 2 Конструкция и устройство промышленных теплообменных аппаратов					
2.1	Рекуперативные и регенеративные теплообменники. Виды и типы теплообменников Конструкция и принцип работы. /Лек/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1 Э 2	
2.2	Расчет геометрических характеристик экономайзера. Расчет коэффициентов теплоотдачи. /Пр/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В2 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 1.1 Л 2.5 Л 2.6	
2.3	Принципы подбора ТО оборудования. Регенеративные аппараты с кипящим слоем. Подготовка к ПЗ. /Ср/	7	19	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4	

	Выполнение первого этапа КР: подбор теоретического материала по теме КП. /Ср/	7		УК-2-В2 ПК-1-У1	Л 2.5 Л 2.6 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.6 Л 2.7	
2.4	Принципы расчета теплообменных аппаратов. Тепловые балансы теплообменных аппаратов. Поверочный расчет теплообменных аппаратов. /Лек/	7	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1	
2.5	Расчет теплового потока по уравнению теплопередачи. Гидродинамический расчет. /Пр/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В2 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 1.1 Л 2.5 Л 2.6	
2.6	Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. Подготовка к ПЗ. /Ср/	7	19	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В2 ОПК-3-В1 ОПК-3-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.5 Л 2.6 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.6 Л 2.7	
	Раздел 3 Массообменное оборудование промышленных предприятий					
3.1	Выпарные установки. Классификация и технологические схемы выпарных установок. Тепловой и материальный балансы. /Лек/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1 Э 3 Э 4	
3.2	Расчет процесса выпаривания. /Пр/	7	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В2 ОПК-3-У1	Л 1.4 Л 1.1 Л 2.5 Л 2.6	
3.3	Свойство растворов. Выпаривание растворов. Аппараты с неподвижным контактом газов и жидкости. Скрубберы. Подготовка к ПЗ. /Ср/	7	19	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В2 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.5 Л 2.6 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.6 Л 2.7	
	Выполнение второго этапа КР: расчетной части. /Ср/		10			
3.4	Общие сведения о перегонке и ректифика-	7	3	УК-1-У1	Л 1.1	

	кации. Дистилляционные установки. Ректификационные установки. /Лек/			УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.2 Л 2.2 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1 Э 5	
3.5	Расчет ректификационных процессов. /Пр/	7	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В2 ОПК-3-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 1.1 Л 2.5 Л 2.6 Л 2.7	
3.6	Роторные, центробежные и пленочные колонны. Типы контактных устройств. /Ср/	7	15	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В2 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.5 Л 2.6 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.6 Л 2.7	
	Выполнение второго этапа КР: расчетной части. /Ср/		12			
3.7	Абсорбционные и адсорбционные аппараты. Конструкции, принцип действия аппаратов. /Лек/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1 Э 6	
3.8	Расчет абсорбционных процессов. /Пр/	7	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В2 ОПК-3-У1 ПК-1-В1	Л 1.4 Л 1.1 Л 2.5 Л 2.6 Л 2.1	
3.9	Абсорбенты. Типы и требования к абсорбентам. /Ср/	7	20	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В2 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.5 Л 2.6 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.6 Л 2.7	
	Выполнение второго этапа КР: расчетной части. /Ср/		12			
3.10	Сушильные установки. Основы теории сушки. Классификация и конструкции сушильных установок. /Лек/	7	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.4 Л 2.5 Л 2.6 Л 3.1	
3.11	Расчет сушильных установок. /Пр/	7	2	УК-1-31	Л 1.4	

				УК-1-У1 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В2 ОПК-3-У1	Л 1.1 Л 2.5 Л 2.6	
3.12	Свойства влажных материалов как объектов сушки. Типы сушильных установок Подготовка к ПЗ. /Ср/ Выполнение третьего этапа КР: Анализ полученных результатов. Подготовка отчета по КП. /Ср/	7	20 12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-В2 ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.4 Л 2.6 Л 1.2 Л 1.4 Л 2.6 Л 2.7	
	Часы на контроль /Контроль/	7	36	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-У2 УК-2-В1 УК-2-В2 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2 Л 2.3 Л 2.4 Л 2.5 Л 2.6	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

- Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий. (УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ОПК-3-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Тепло и массообменные процессы. Основные определения, назначение и сущность. (УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32,)
- Классификация теплообменных аппаратов. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-У1)
- Теплоносители (назначение, агрегатное состояние рабочие температуры и давление). (УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-У2, УК-2-В1, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Рекуперативные аппараты непрерывного действия. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Рекуперативные аппараты периодического действия. (УК-1-У1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Регенеративные теплообменные аппараты. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32)
- Смесительные теплообменные аппараты. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Способы интенсификация теплообмена. (УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, УК-2-В2; ОПК-3-31, ОПК-3-У1; ПК-1-31; ПК-1-В1)
- Регенеративные аппараты с кипящим слоем. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-У1)
- Гидравлический расчет теплообменных аппаратов. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-В1, ОПК-3-31, ОПК-3-У1; ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Схемы движения теплоносителей. (УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Методы передачи тепловой энергии. (УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Описание трубчатых теплообменников. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ПК-1-32, ПК-1-У1)
- Расчет аппаратов поверхностного типа. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-31, УК-2-32, УК-2-У2, ОПК-3-У1; ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1; ПК-1-В1)
- Принципы подбора ТО оборудования. (УК-1-В2, УК-2-31, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1; ПК-1-У1)
- Тепловые балансы теплообменных аппаратов. (УК-1-31; УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-32, УК-2-У1; УК-2-У2, УК-2-В1, УК-2-В2; ОПК-3-У1; ОПК-3-В1; ПК-1-32, ПК-1-У1)

18. Поверочный расчет теплообменных аппаратов. (УК-1-31; УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-32, УК-2-В2; ОПК-3-В1; ПК-1-31, ПК-1-32)
19. Процесс выпаривания. Выпарные установки. (УК-1-В2, УК-2-31, ОПК-3-31, ОПК-3-В1; ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
20. Выпарные установки непрерывного действия. (УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
21. Выпарные установки периодического действия. (УК-1-У1, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
22. Аппараты с непосредственным контактом газов и жидкости (скрубберы). (УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-В1, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
23. Процессы перегонки. Перегонные установки. (УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ПК-1-32, ПК-1-У1)
24. Процессы ректификации. Ректификационные установки. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31)
25. Дистилляционные установки. (УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
26. Конструкции ректификационных колонн. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
27. Сорбционные процессы. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31)
28. Абсорбционные процессы и установки. Устройство абсорбционных аппаратов. (УК-1-У1, УК-2-31, УК-2-У2, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32)
29. Адсорбционные процессы и установки. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1)
30. Эффективность абсорбции и десорбции. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1; ПК-1-В1)
31. Эффективность адсорбции. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1; ПК-1-В1)
32. Адсорбенты. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31)
33. Статика сушки. Материальный и тепловой балансы процесса сушки. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-32, УК-2-У1; УК-2-У2, УК-2-В1, ПК-1-32, ПК-1-У1)
34. Свойства влажных материалов, как объектов сушки. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ПК-1-31, ПК-1-32; ПК-1-В1)
35. Сушильные агенты и их свойства. (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-У1)
36. Процесс сушки. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ПК-1-32, ПК-1-У1)
37. Кинетика сушки (кривые сушки и скорости сушки). (УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-32, ПК-1-У1; ПК-1-В1)
38. Типы сушильных установок. (УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, ПК-1-31, ПК-1-32,)
39. Контактные сушилки. (УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-У1)
40. Сушильные установки. Конструкции, принцип действия. (УК-1-У1, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-31, ПК-1-У1)

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 7 по курсу предусмотрены экзамен и курсовой проект. По ходу изучения дисциплины обучающийся должен выполнить следующие работы:

- 1) *Контрольная работа № 1 по материалам лекций 1.1, 2.1, 2.4 и 3.1.* (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, УК-1-В2, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ОПК-3-31, ПК-1-У1)

Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе:

1. Промышленное оборудование. Методы передачи тепловой энергии
2. Виды промышленных теплоносителей
3. Выбор теплоносителя. Схемы движения теплоносителей
4. Типы аппаратов и машин (тепловые и массообменные)
5. Виды теплообменников (по назначению, по типу конструкции)
6. Виды теплообменников (по способу передачи тепла)
7. Простейший теплообменник. Трубчатые теплообменники
8. Кожухотрубчатые теплообменники (одно- и многоходовые)
9. Теплообменник типа «труба в трубе»
10. Спиральные теплообменники. Пластинчатые теплообменники
11. Смесительные теплообменные аппараты
12. Принципы подбора ТО оборудования
13. Определение физических параметров и скоростей движения теплоносителей. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов
14. Определение среднего температурного напора. Определение коэф. теплоотдачи и теплопередачи
15. Тепловые балансы теплообменных аппаратов (для конденсаторов)
16. Тепловые балансы теплообменных аппаратов (для подогревателей и испарителей) Характеристика процесса выпаривания. Классификация выпарных установок
17. Процесс простого выпаривания
18. Материальный баланс выпарных установок
19. Тепловой баланс выпарных установок

- 2) *Контрольная работа № 2 по материалам лекций 3.4, 3.7, 3.9.* (УК-1-У1, УК-1-В1, УК-2-31, УК-2-У2, УК-2-В1, ПК-1-31, ПК-1-У1)

Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема дистилляционной установки 2. Основные понятия ректификации. Классификация ректификационных колонн 3. Принципиальная схема ректификационной установки 4. Виды устройств обеспечивающих контакт сред 5. Основные понятия процесса абсорбции. Классификация абсорбционных аппаратов 6. Поверхностные абсорберы 7. Барботажные и распыливающие абсорберы 8. Основные понятия процесса адсорбции. 9. Типы адсорберов 10. Основные понятия процесса сушки: связь влаги с материалом; влажность; равновесное, влажное и гигроскопичное состояния материала 11. Статика и кинетика сушки. Изменение параметров материала во время сушки. Кривая скорости сушки. 12. Типы сушильных установок <p>3) <i>Решение задач на практических занятиях</i> (УК-1-31; УК-1-У1; УК-2-32; УК-2-У1; УК-2-В2; ОПК-3-У1) В методических указаниях для практических занятий изложена теория тепломассообменных процессов применительно к практическим работам, приведен перечень задач, решаемых студентами на практических занятиях.</p> <p>4) <i>Курсовой проект на тему «Расчет массообменного оборудования» (вариативно)</i> (УК-1-31, УК-1-В2, УК-2-32, УК-2-У1, УК-2-В1, УК-2-В2, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, ПК-1-31, ПК-1-32, ПК-1-У1, ПК-1-В1). В методических указаниях для выполнения курсового проекта приведены требования к содержанию пояснительной записки и оформлению курсового проекта. Работая над проектом, студент изучает действующие ГОСТы, ОСТы, нормативы, справочную литературу, приобретает навыки выбора аппаратуры и составления технико-экономических обоснований, оформления технических документации. Основная цель курсового проектирования заключается в закреплении и расширении теоретических знаний студентов, в приобретении ими навыков по решению практических задач. Выполнение данного курсового проекта служит базой для выполнения выпускной квалификационной работы. В пособии приведены примеры расчета сушильных установок, выпарной установки, рекуператора. Дана литература, где содержатся развернутые примеры и индивидуальные задания. К защите допускается студент, выполнивший задание на проектирование в установленном объеме и оформивший его в соответствии с требованиями. Оформленная работа сдается руководителю для проверки, а затем в назначенный срок студент защищает свою работу. Защита курсовых работ должна проводиться публично в присутствии других студентов и преподавателей.</p>	<p>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</p>
<p>Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса из установленного перечня. Билеты хранятся на кафедре ММ им. С.П. Угаровой и утверждены ее заведующим.</p> <p>Пример экзаменационного билета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тепло и массообменные процессы. Основные определения, назначение и сущность. 2. Статика сушки. Материальный и тепловой балансы процесса сушки. 	<p>5.4. Методика оценки освоения дисциплины</p>
<p><i>Требования к оцениванию обучающегося на экзамене:</i></p> <p><i>отлично:</i> студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;</p> <p><i>хорошо:</i> студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;</p> <p><i>удовлетворительно:</i> студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;</p> <p><i>неудовлетворительно:</i> студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.</p> <p><i>Условия допуска к экзамену по дисциплине</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решение задач на практических занятиях <i>Зачтено:</i> студент показывает достаточно глубокие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных умений на практике, владеет математическим аппаратом, демонстрирует пользование компьютером как средством обработки информационных массивов; при наличии 	

ошибок уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов <i>Не зачтено:</i> студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные или неверные ответы на дополнительные и наводящие вопросы
2. Своевременное выполнение всех этапов курсового проекта
3. Успешное написание двух контрольных работ <i>Зачтено:</i> вопросы, предложенные студенту на контрольной работе раскрыты в полном объеме <i>Не зачтено:</i> студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при ответе, дает неполные ответы.
<i>Защита курсового проекта</i> <i>отлично:</i> студент показывает глубокое знание материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной; <i>хорошо:</i> студент достаточно хорошо ориентируется в пройденном материале, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал; <i>удовлетворительно:</i> студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике; <i>неудовлетворительно:</i> студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при выполнении домашнего задания, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. <i>неявка:</i> обучающийся на защиту не явился.

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	Д. К. Ларкин	Тепломассообменное оборудование предприятий	ЭБС Юрайт. URL: https://urait.ru/bcode/446682	Москва : Издательство Юрайт, 2020.
Л 1.2	В.Ф. Фролов	Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98347	Санкт-Петербург : Химиздат, 2020
Л 1.3	В.И. Тимошпольский, А.П. Несенчук, И.А. Трусова	Печи и сушила машиностроительного и металлургического производства	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Тепло-техник, 2007
Л 1.4	В.Ф. Фролов, П.Г. Романков, О.М. Флисюк	Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии: примеры и задачи	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345	Санкт-Петербург : Химиздат, 2020.
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В.С.Щетинин	Абсорбция, экстрагирование. Расчет, примеры, задачи	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО "КнаАГТУ", 201
Л 2.2	И.А. Бакин, В.Н. Иванец	Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600301	Кемерово : КемГУ, 2020

Л 2.3	В.И. Сосновский, Н.Б. Сосновская, С.В. Степанова	Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259096	Казань : КНИТУ, 2009.
Л 2.4	А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко, В.В. Федина.	Металлургическая теплотехника. Процессы сушки и огнеупоры	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: "ТНТ", 2017.
Л 2.5	Ю.И. Дытнерский	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.1 : Теоретические основы процессов химические технологии.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Химия, 1995.
Л 2.6	Ю.И. Дытнерский	Процессы и аппараты химической технологии. Ч.2 : Массообменные процессы и аппараты	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Химия, 1995.
Л 2.7	Ф.Р. Гариева, А.А. Караванов, Р.Р. Мусин	Компьютерный расчет процесса ректификации	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427941	Казань : КНИТУ, 2014.

6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Л.П. Петрова	Тепломассообменное оборудование предприятий: учебно-наглядное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2008

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	Теплообменный аппарат https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=Zwbh4ZiCV4c&feature=emb_logo
Э 2	Устройство и принцип работы пластинчатого теплообменника https://www.youtube.com/watch?v=lxKt4URdB4Q
Э 3	Вакуум-выпарная установка для переработки сточных вод https://www.youtube.com/watch?time_continue=7&v=xg74DMmgqIc&feature=emb_logo
Э 4	Пленочный выпарной аппарат https://www.youtube.com/watch?v=32K6Ee3R3Ds
Э 5	Ректификационная колонна и принцип её работы. https://www.youtube.com/watch?v=zSnugVq6ZqE
Э 6	Адсорбция https://yandex.ru/video/search?from=tabbar&text=Адсорбция%20(%20СССР%201982%20год%20)

6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Microsoft Windows,
П 2	Microsoft Office.
П 3	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И 1	- Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):
И 2	- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И 3	- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И 4	- наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И 5	- научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1	Аудитория № 308 Лаборатория технической термодинамики и механики газов Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест персональный компьютер ПЭВМ "ХОПЕР", проектор для презентаций EB-460.
7.2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, рабочая станция HP Z420 – 8 шт, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. 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

Для успешного освоения дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
3. Курсовой проект рекомендуется выполнять с использованием MS Office.
4. Активное участие на практических занятиях.
5. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

При изучении дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» необходимо использовать следующие учебные издания, разработанные на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой и рекомендованные к использованию в учебном процессе:

- Практикум по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.
- Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Тепломассообменное оборудование предприятий» для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.