

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

**«ТЕПЛОМАССООБМЕННЫЕ УСТАНОВКИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ / HEAT EXCHANGE EQUIPMENT OF POWER PLANT»**

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Тепломассообменные установки в теплоэнергетике и в промышленности» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способность осуществлять и анализировать технологические процессы	ПКС-1.9
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.9	Способен самостоятельно или в коллективе вести и анализировать эффективность технологических процессов в тепломассообменных установках объектов теплоэнергетики и промышленности	Знать Знать типовые диаграммы состояния; основные физические свойства жидкостей и газов; назначение, области применения, принцип действия, конструкции, тепловые схемы, технологические процессы и способы повышения эффективности тепломассообменных установок. Уметь Уметь вести и анализировать эффективность технологических процессов и технических решений по изменению технологического процесса в тепломассообменных установках объектов теплоэнергетики и промышленности. Владеть Владеть : методами и методиками анализа ведения технологических процессов и принятия решений по повышению эффективности технологических процессов в тепломассообменных установках объектов теплоэнергетики и промышленности.
ПКС-5.8	Знает типовые проектные решения и проводит расчеты и предварительную оценку эффективности оборудования тепломассообменных установок	Знать Знать типовые проектные решения и нормативные документы; методики предварительной оценки энергетической эффективности оборудования тепломассообменных

	объектов теплоэнергетики и промышленности	<p>установок</p> <p>Уметь Уметь проводить гидравлический расчет трубопроводов; рассчитывать передаваемые тепловые потоки, технологические схемы; пользоваться нормативными и справочными материалами и методами оценки эффективности работы оборудования тепломассообменных установок объектов теплоэнергетики и промышленности.</p> <p>Владеть Владеть основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнологического оборудования; методами расчетов и выбора тепломассообменного оборудования; составления и расчета тепловых и материальных балансов; методами оценки повышения эффективности при модернизации тепломассообменных установок объектов теплоэнергетики и промышленности.</p>
--	---	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Тепломассообменные установки в теплоэнергетике и в промышленности» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Тепломассообмен», «Системы теплоснабжения», «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях», «Парогенераторы», «Инжиниринг энергоэффективных технологий», «Тепловые двигатели»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Эксплуатация парогенераторов», «Эксплуатация турбоустановок», «Тепловые и атомные электростанции», «Оборудование ТЭС», «Проектная деятельность», «Производственная практика: вторая технологическая практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:		
лекции	48	48
лабораторные работы	16	16
	0	0

практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля	
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)					
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1 Введение. Рекуперативные теплообменные аппараты непрерывного и периодического действия	1	10			1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	24	1, 2, 3, 4	60	Просмотр, Проверочная работа	
2	2 Регенеративные теплообменные аппараты	2	2							Просмотр	
3	3 Смесительные теплообменники	3	2			8, 9	8			Просмотр	
4	4 Вспомогательное оборудование	4	2							Проверочная работа	
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой	
	Всего		16				32		60		

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	1 Введение. Рекуперативные теплообменные аппараты непрерывного и периодического действия	1.1 Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования ТЭС и промпредприятий 1.2 Теплоносители, их свойства и область применения 1.3 Тепломассообменное оборудование ТЭС 1.3.1 Регенеративные подогреватели 1.3.2 Термические деаэраторные установки 1.4 Рекуперативные теплообменные аппараты непрерывного действия 1.4.1 Конструкции теплообменников

		1.4.2 Методика расчета теплообменников 1.5 Рекуперативные теплообменные аппараты периодического действия
2	2 Регенеративные теплообменные аппараты	2 Регенеративные теплообменные аппараты
3	3 Смесительные теплообменники	3.1 Физические свойства влажного воздуха 3.2 h-d диаграмма влажного воздуха. Изображение основных процессов
4	4 Вспомогательное оборудование	4 Вспомогательное оборудование

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	1 Выбор и тепловой поверхочный расчет кожухотрубного теплообменника	4
2	2 Выбор и тепловой поверхочный расчет пластинчатого теплообменника	4
3	3 Тепловой расчет водонагревателя-аккумулятора с паровым обогревом	3
4	4 Расчет водонагревателя-аккумулятора с водяным обогревом	3
5	5 Гидравлический расчет кожухотрубного теплообменника	3
6	6 Гидравлический расчет пластинчатого теплообменника	3
7	7 Выбор и расчет насоса	4
8	8 Тепловой расчет сушилки	4
9	9 Расчет выпарного аппарата с тепловым насосом	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	8
2	Подготовка к практическим занятиям	12
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	32

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ

используются следующие интерактивные методы обучения разминка, групповая дискуссии и проектный метод.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и прои предприятия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.
2. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий [Электронный ресурс]: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.
3. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2022.
4. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий. Практические занятия и самостоятельная работа [Электронный ресурс]: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию /под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Альянс, 2008.
6. Картавская В.М., Коваль Т.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Самостоятельная работа студентов: учеб.пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007.
7. Тепломассообменное оборудование для промышленных установок и систем теплоснабжения. Промышленный каталог [Электронный ресурс]. – М.: ФГУП ВНИИАМ, 2004.
8. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб.пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 1998.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и прои предприятия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.
2. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий [Электронный ресурс]: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.
3. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2022.
4. Картавская В.М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий. Практические занятия и самостоятельная работа [Электронный ресурс]: учеб пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию /под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Альянс, 2008.
6. Картавская В.М., Коваль Т.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Самостоятельная работа студентов: учеб.пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007.
7. Тепломассообменное оборудование для промышленных установок и систем теплоснабжения. Промышленный каталог [Электронный ресурс]. – М.: ФГУП ВНИИАМ, 2004.
8. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС: учеб.пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 1998.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Проверочная работа

Описание процедуры.

Проводится письменно в течение 15-20 минут в конце практического занятия.

Критерии оценивания.

Вопросы для контроля:

1. Принцип действия и область применения тепловых труб.
2. Принцип действия и область применения термосифонов.
3. Теплоносители, их свойства и область применения.
4. Конструкции рекуперативных теплообменников.
5. Конструктивный расчет рекуперативных теплообменников.
6. Проверочный расчет рекуперативных теплообменников.
7. Рекуперативные теплообменники периодического действия.
8. Методика расчета водонагревателя-аккумулятора с паровым обогревом.
9. Методика расчета водонагревателя-аккумулятора с водяным обогревом.
10. Основные характеристики теплообменного оборудования, необходимые при его выборе. Порядок выбора оборудования из каталогов.
11. Ориентировочный расчет тепловой изоляции.
12. Методика расчета регенератора.

Описание процедуры:

Тема расчетной работы: «Тепловой поверочный расчет кожухотрубного и пластинчатого теплообменников»

Студентам выдаются задания по вариантам в соответствии со списочным составом группы. По теме расчетной работы в соответствии с разработанным планом (содержанием) необходимо выполнить расчеты и оформить их в виде пояснительной записки в соответствии с требованиями СТО «005-2020 «Система менеджмента качества. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений подготовки и специальностей»

Пояснительная записка расчетной работы должна содержать: задание; введение, описание алгоритма расчетов со ссылкой на лекции и используемые источники, в том числе электронный ресурс кафедры теплоэнергетики и Интернет; результаты расчетов (работы) в виде схем, таблиц и графических зависимостей; выводы и список используемых источников. Защита расчетной работы происходит в учебном кабинете во время практического занятия или на консультации

Описание процедуры:

Тема расчетной работы: «Тепловой поверочный расчет кожухотрубного и пластинчатого теплообменников»

Студентам выдаются задания по вариантам в соответствии со списочным составом группы. По теме расчетной работы в соответствии с разработанным планом (содержанием) необходимо выполнить расчеты и оформить их в виде пояснительной записки в соответствии с требованиями СТО «005-2020 «Система менеджмента качества. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических направлений подготовки и специальностей»

Пояснительная записка расчетной работы должна содержать: задание; введение, описание алгоритма расчетов со ссылкой на лекции и используемые источники, в том числе электронный ресурс кафедры теплоэнергетики и Интернет; результаты расчетов (работы)

в виде схем, таблиц и графических зависимостей; выводы и список используемых источников. Защита расчетной работы происходит в учебном кабинете во время практического занятия или на консультации

Расчетная работа оценивается по полноте раскрытия темы, правильности выполненных расчетов, качеству оформления пояснительной записки и защиты по 4-балльной системе в форме допуска к зачету: 5 – «отлично»; 4 – «хорошо»; 3 – «удовлетворительно»; 2 – «неудовлетворительно».

6.1.2 семестр 6 | Просмотр

Описание процедуры.

Просмотр степени выполнения текущих заданий по разделам дисциплины осуществляется с помощью электронного курса дисциплины в системе MOODLE ИРНИТУ и непосредственно на практических занятиях.

Критерии оценивания.

В качестве критериев оценивания используются: зачтено/не зачтено.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-1.9	Демонстрирует способность выполнить и защитить контрольные задания (расчетную работу). Демонстрирует умение увязывать теорию с практикой и пользоваться полученными знаниями, умениями и навыками. Обосновывает принятые решения по повышению энергетической эффективности оборудования тепломассообменных установок	Устное собеседование, защита расчетной работы
ПКС-5.8	Демонстрирует способность выполнить и защитить контрольные задания (расчетную работу). Демонстрирует умение увязывать теорию с практикой и пользоваться полученными знаниями, умениями и навыками. Обосновывает принятые решения по повышению энергетической эффективности оборудования тепломассообменных установок	Устное собеседование, защита расчетной работы

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Проводится письменно в течение 15-20 минут.

Зачетные билеты (примеры):

Зачетный билет 1:

1. Теплоносители, их свойства и область применения.
2. Тепловой баланс рекуперативного теплообменника при изменении агрегатного состояния одного из теплоносителей.

Зачетный билет 2:

1. Поверочный расчет рекуперативных теплообменников.
2. Понятие «водяной эквивалент». Изменение температуры теплоносителей при прямотоке и противотоке.

Зачетный билет 3:

1. Основные характеристики теплообменного оборудования, необходимые при его выборе.
2. Определение среднего температурного напора для периодически протекающих процессов.

Пример задания:

Зачетные билеты (примеры):

Зачетный билет 1:

1. Теплоносители, их свойства и область применения.
2. Тепловой баланс рекуперативного теплообменника при изменении агрегатного состояния одного из теплоносителей.

Зачетный билет 2:

1. Поверочный расчет рекуперативных теплообменников.
2. Понятие «водяной эквивалент». Изменение температуры теплоносителей при прямотоке и противотоке.

Зачетный билет 3:

1. Основные характеристики теплообменного оборудования, необходимые при его выборе.
2. Определение среднего температурного напора для периодически протекающих процессов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
в случае: правильных и полных ответов на 2 вопроса; правильного, но неполного ответа на один из	в случае: правильных и полных ответов на 2 вопроса; правильного, но неполного ответа на один из	в случае: неверного ответа (отсутствия ответа) на один вопрос и полного ответа на второй вопрос.	в случае: неверного ответа (отсутствия ответа) на один вопрос и полного ответа на второй вопрос.

<p>вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки непринципиаль- ного характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя</p>	<p>вопросов, требующего уточняющих дополнительных вопросов со стороны преподавателя или ответа, содержащего ошибки непринципиальног о характера, которые студент исправляет после замечаний (дополнительных вопросов) преподавателя.</p>		
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Картавская В. М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий : лабораторный практикум для студентов направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, 2014. - 67.
2. Картавская В. М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий : учебное пособие для студентов направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, 2014. - 108.
3. Картавская В. М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий : электронный курс / В. М. Картавская, 2022
4. Картавская В. М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий : учебное пособие / В. М. Картавская, 2022. - 196.
5. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" направления "Теплоэнергетика" / В. Д. Буров [и др.]; под ред. В. М. Лавыгина [и др.], 2009. - 464.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Буйнов Н. Е. Технико-экономические основы проектирования ТЭС : учебное пособие по дисциплине «Технико-экономические основы проектирования ТЭС»: направление подготовки: 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности - Тепловые электрические станции для всех форм обучения / Н. Е. Буйнов, А. Г. Фролов, 2016. - 105.
2. Сушко С. Н. Тепловые электрические станции ОЧНИКИ 7 семестр : электронный курс / С. Н. Сушко, 2023
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский, 2008. - 493.

4. Картавская В. М. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие для теплоэнергетических специальностей очных и заочных форм обучения / В. М. Картавская, 2006. - 119.
5. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Теплоэнергетика" / О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев [и др.], 2011. - 422.
6. Картавская В. М. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Самостоятельная работа студентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Картавская, Т. В. Коваль, 2008. - 99.
7. Картавская В. М. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Самостоятельная работа студентов [Электронный ресурс] : учебное пособие для очной и заочной форм обучения направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, Т. В. Коваль, 2014. - 99.
8. Назмеев Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин, 2005. - 259.
9. Картавская В. М. Технологические энергоносители предприятий : учебное пособие для студентов направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, Т. В. Коваль, 2014. - 258.
10. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / Валентин Александрович Григорьев, Арсений Михайлович Бакластов, 1991. - 586.
11. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / А. М. Бакластов [и др.], 1983. - 551.
12. Теплоэнергетика и теплотехника : справочная серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко и В. М. Зорина. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / В. Г. Борисов [и др.], 2007. - 630 с.
13. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / Б. Г. Борисов [и др.], 2007. - 630.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office Professional Plus 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. экран Screen Media Champion 274*206 с электроприводом
2. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP