

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

Структурное подразделение «Теплоэнергетики»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры теплоэнергетики

Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОБОРУДОВАНИЕ ТЭС»

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Современные технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Сушко Светлана Николаевна Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Самаркина Екатерина Владимировна Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Сушко Светлана Николаевна Дата подписания: 12.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Оборудование ТЭС» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способность осуществлять и анализировать технологические процессы	ПКС-1.11
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.11	Знает принцип действия, назначение и место в технологической схеме ТЭС основного и вспомогательного оборудования. Способен самостоятельно или в коллективе организовать и вести работу вспомогательного оборудования ТЭС	Знать физические процессы, протекающие в оборудовании ТЭС; назначение, конструкции и место вспомогательного оборудования в технологической схеме; материалы, используемые для изготовления элементов оборудования и трубопроводов; требования по размещению оборудования на ТЭС Уметь анализировать влияние эффективности работы оборудования ТЭС на эффективность процесса производства энергии Владеть навыками использования нормативных документов
ПКС-5.9	Способен рассчитать производительность вспомогательного оборудования ТЭС. Способен выбрать вспомогательное оборудование в соответствии с нормами	Знать основы расчета производительности и принципы выбора тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные для расчета и выбора вспомогательного оборудования ТЭС Владеть навыками расчета производительности и выбора тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС с учетом норм проектирования

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Оборудование ТЭС» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Введение в профессиональную деятельность», «Теория горения топлива», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», «Тепломассообмен», «Системы теплоснабжения», «Парогенераторы», «Тепловые двигатели», «Производственная практика: первая технологическая практика», «Производственная практика: вторая технологическая практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Тепловые и атомные электростанции»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Экономика и управление энергетическим предприятием», «Режимы работы энергетических установок», «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	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	10	0	10
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	88	34	54
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

№ 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	Установочная лекция	1	2							Устный опрос
	Промежуточная									

	аттестация									
	Всего		2							

Учебный год № 5

№ 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	Технологическая схема ТЭС. Топливо- транспортное хозяйство ТЭС. Системы пылеприготовлен ия. Тягодутьевые установки. Оборудование для удаления золы и шлака	1	2			1, 2, 3, 4	8	1, 2, 3	32	Устный опрос
2	Насосы ТЭС. Вспомогательное теплообменное оборудование. Трубопроводы ТЭС	2	2			5	2	1, 2, 3	22	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4				10		58	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Установочная лекция	Обзор курса. Выдача заданий на контрольную работу

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Технологическая схема ТЭС. Топливо-транспортное хозяйство ТЭС. Системы пылеприготовления. Тягодутьевые установки. Оборудование для удаления золы и шлака	Системы, составляющие технологическую схему ТЭС. Организационная структура ТЭС. Основное тепломеханическое оборудование ТЭС. Задачи топливо-транспортного хозяйства. Характеристика топливных хозяйств по видам топлива (уголь, газ, мазут). Оборудование, элементы, схема движения топлива, проблемы эксплуатации системы топливо-транспортного хозяйства на твердом топливе. Использование газа, мазута в качестве топлива, подготовка к сжиганию. Назначение, типы и выбор систем пылеприготовления. Бункеры сырого угля: назначение, конструкции, расчет объема, проблемы эксплуатации. Мельницы твердого

		топлива, сепараторы, питатели сырого угля: назначение, расчет производительности, выбор. Способы организации тяги (движения воздуха и газов). Классификация газодувных машин. Классификация вентиляторов ТЭС. Основные параметры вентиляторов. Дутьевые вентиляторы и дымососы: назначение, расчет производительности, выбор. Расчет количества золы и шлака. Гидрозолошлакоудаление. Элементы, оборудование систем ГЗУ. Расчет объема пульпы. Выбор багерных насосов. Расчет диаметра пульпопровода. Пневматическая система золоудаления. Оборудование, элементы системы.
2	Насосы ТЭС. Вспомогательное теплообменное оборудование. Трубопроводы ТЭС	Классификация насосов по принципу действия и назначению. Основные параметры и характеристики насосов. Питательные насосы, схемы включения питательных насосов в регенеративную схему. Конденсатные насосы: назначение, типы, выбор, маркировка. Системы технического водоснабжения. Циркуляционные, сетевые насосы: назначение, типы, выбор, маркировка. Подогреватели ТЭС: классификация по назначению, виду теплообмена, конструкции, теплоносителям. Регенеративные подогреватели низкого давления, регенеративные подогреватели высокого давления, сетевые подогреватели: характеристика греющего пара и нагреваемой среды, назначение, типы, конструкции. Деаэраторы ТЭС: назначение, классификации, конструкции. Баки-аккумуляторы деаэрированной воды. Теплообменники вспомогательных систем. Трубопроводы ТЭС: классификация, выбор. Опоры и подвески трубопроводов, самокомпенсация тепловых перемещений. Энергетическая трубопроводная арматура: типы по назначению, характеристика.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет ленточного конвейера топливоподачи	2
2	Расчет системы пылеприготовления	2
3	Расчет тягодутьевой установки	2
4	Расчет системы золошлакоудаления	2

5	Выбор насосов ТЭС	2
---	-------------------	---

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	14
2	Проработка разделов теоретического материала	20

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	20
2	Подготовка к зачёту	14
3	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: лекция-визуализация, совместная работа (в парах, в малых группах)

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

Практические занятия предназначены для закрепления теоретических знаний по дисциплине. Они включают задания по выбору различного оборудования ТЭС, изучение конструкций оборудования ТЭС.

В начале практического занятия повторяется теоретический материал по теме занятия, затем обучающиеся выполняют задание, выданное преподавателем в рамках контрольной работы. Задания по дисциплине связаны с курсовым проектом по дисциплине «Тепловые и атомные электростанции» (ведется на тех же курсах). После самостоятельного выполнения каждый студент должен защитить свою работу.

1. Сушко С.Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование паротурбинных ТЭС : учебное пособие / С. Н. Сушко, Э. А. Тюрина ; Иркутский национальный исследовательский технический университет. - Иркутск : ИРНИТУ, 2020. - 209 с.
2. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=2360>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа по дисциплине заключается в изучении материалов теоретического курса, в выполнении контрольной работы, подготовке к зачету.

Самостоятельное изучение материалов курса и подготовка к зачету рекомендуется по вопросам к зачету с использованием литературы по дисциплине.

Контрольная работа выполняется по индивидуальному заданию, которое выдается на установочной лекции. Контрольная выполняется в рукописном или печатном виде (по выбору обучающегося).

1. Сушко С.Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование паротурбинных ТЭС :

учебное пособие / С. Н. Сушко, Э. А. Тюрина, 2020. - 209 с.

2. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=2360>

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 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

В конце установочной лекции у преподавателя главный вопрос "Все ли понятно, что необходимо выполнить до сессии на 5 курсе?".

Критерии оценивания.

В данном случае оценивания ответов студентов не происходит, знания контролировать не требуется.

6.1.2 учебный год 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

В конце занятия обучающиеся отвечают на вопросы по темам данного занятия. Отвечать может любой обучающийся или преподаватель проводит выборочный опрос по фамилиям.

Критерии оценивания.

Краткий устный опрос позволяет выделить студентов с хорошими знаниями, что в дальнейшем учитывается во время зачета по дисциплине.

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-1.11	Демонстрирует понимание назначения, принципа действия и местоположения в технологической схеме ТЭС тепломеханического и вспомогательного оборудования. Анализирует зависимость эффективности работы оборудования и эффективности процесса производства энергии	Выполнение и защита контрольной работы, устное собеседование или тестирование
ПКС-5.9	Правильно и осмысленно определяет производительность и выбирает вспомогательное оборудование с	Выполнение и защита контрольной

	учетом его количества	работы, устное собеседование или тестирование
--	-----------------------	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного опроса (собеседования) или тестирования. Тест включает 6-7 вопросов.

Пример задания:

Вопросы к зачету:

1. Описание технологической схемы ТЭС на органическом топливе. Системы, составляющие эту схему.
2. Организационная структура ТЭС.
3. Основное тепломеханическое оборудование ТЭС. Маркировка. Выбор при проектировании. Российские заводы-изготовители.
4. Система топливно-транспортного хозяйства ТЭС на твердом топливе. Задачи ТТХ, оборудование, элементы, схема движения топлива.
5. Использование газа, мазута в качестве топлива, подготовка к сжиганию.
6. Системы пылеприготовления. Назначение, типы, выбор.
7. Бункеры сырого угля. Назначение, конструкции, расчет объема, проблемы эксплуатации.
8. Мельницы твердого топлива. Типы, выбор в зависимости от состава топлива.
9. Выбор количества мельниц, расчет производительности одной мельницы.
10. Питатели сырого угля. Назначение, типы, расчет производительности, выбор.
11. Сепараторы мельниц.
12. Газовоздушный тракт ТЭС. Способы организации тяги (движения воздуха и газов).
13. Классификация газодувных машин. Классификация вентиляторов ТЭС по конструкции и назначению.
14. Основные параметры вентиляторов. Способы регулирования тягодутьевых машин.
15. Дутьевые вентиляторы и дымососы. Назначение, расчет производительности, выбор.
16. Основные параметры вентиляторов. Способы регулирования тягодутьевых машин.
17. Золошлакоудаление. Расчет количества золы и шлака. Способы золошлакоудаления.
18. Гидрозолошлакоудаление. Преимущества, недостатки. Элементы, оборудование систем ГЗУ.
19. Расчет объема пульпы. Выбор багерных насосов. Расчет диаметра пульпопровода.
20. Пневматическая система золоудаления. Оборудование, элементы системы.
21. Насосы ТЭС. Классификация по принципу действия и назначению. Основные параметры насосов. Выбор насосов.
22. Энергетическая характеристика насосов. Работа насосов на сеть (последовательные и параллельные участки сети). Способы регулирования подачи насосов. Совместная работа насосов (параллельная и последовательная)
23. Питательные насосы. Назначение, типы. Расчет производительности, выбор количества и типа в зависимости от типа котлов и схемы ТЭС (блочная или с поперечными связями).

24. Схемы включения питательных насосов в регенеративную схему. Приводные турбины турбонасосов. Маркировка питательных насосов.
25. Конденсатные насосы. Назначение, типы. Расчет производительности, выбор.
26. Системы технического водоснабжения. Циркуляционные насосы. Назначение, типы. Расчет производительности, выбор.
27. Сетевые насосы. Назначение, тип. Выбор сетевых насосов.
28. Подогреватели ТЭС. Классификация по назначению, виду теплообмена, конструкции, теплоносителям.
29. Регенеративные подогреватели низкого давления. Характеристика греющего пара. Типы, конструкция, металлы для изготовления трубок поверхностных ПНД. Схемы включения смешивающих ПНД.
30. Регенеративные подогреватели высокого давления. Характеристика греющего пара. Конструкция, металлы для изготовления трубок.
31. Сетевые подогреватели. Характеристика греющего пара и нагреваемой среды. Назначение. Типы, конструкция, металлы для изготовления трубок. Схема сетевой подогревательной установки паровой турбины.
32. Деаэраторы ТЭС. Назначение. Классификация по давлению, месту использования, конструкции. Конструкции. Баки-аккумуляторы деаэрированной воды.
33. Трубопроводы ТЭС: классификация, выбор. Расчеты трубопроводов. Закрепление трубопроводных трасс в главном корпусе ТЭС.
34. Энергетическая трубопроводная арматура. Типы по назначению. Примеры каждого типа.

Примеры вопросов для тестирования:

1. Тип мельниц топлива выбирается:
 - по составу топлива;
 - по количеству топлива;
 - по количеству котлоагрегатов.
2. Ширина ленточного конвейера определяется:
 - максимальным расходом топлива котла;
 - максимальным расходом топлива всех котлов;
 - расчетным расходом топлива котлоагрегата.
3. Что влияет на расчетную производительность дутьевых вентиляторов для котла:
 - расчетный расход топлива, теоретически необходимое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха в топке, присосы в топке, воздухоподогревателе, пылесистеме;
 - расчетный расход топлива, присосы в топке, пылесистеме, воздухоподогревателе;
 - теоретически необходимое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха в топке, присосы в воздухоподогревателе, пылесистеме, топке;
 - расчетный расход топлива, теоретически необходимое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха в топке, присосы в воздухоподогревателе, экономайзере, топке.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся показывает уверенные знания по назначению, конструкциям и месту оборудования в технологическом процессе ТЭС; знает методику расчета производительности и выбора тепломеханического и вспомогательного оборудования ТЭС. Правильно анализирует зависимость эффективности	Обучающийся слабо ориентируется в теоретическом материале, не отвечал на вопросы текущего контроля и не уверенно отвечает на основные и дополнительные вопросы на зачете. Менее 60% правильных ответов на заданные вопросы или вопросы теста.

работы оборудования и эффективности процесса производства энергии. Отвечает на 60% процентов заданных вопросов или вопросов теста	
---	--

7 Основная учебная литература

1. Сушко С. Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование паротурбинных ТЭС : учебное пособие / С. Н. Сушко, Э. А. Тюрина, 2020. - 209.
2. Гаврилов Евгений Иванович. Топливо-транспортное хозяйство и золошлакоудаление на ТЭС : учеб. пособие для вузов по спец. "Тепловые электр. станции" / Евгений Иванович Гаврилов, 1987. - 167.
3. Левит Григорий Танхемович. Пылеприготовление на тепловых электростанциях / Григорий Танхемович Левит, 1991. - 379.
4. Рихтер Лев Александрович. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций : учеб. пособие для вузов по спец. "Тепловые электр. станции" / Лев Александрович Рихтер, Дмитрий Павлович Елизаров, Василий Михайлович Лавыгин, 1987. - 215.
5. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиришфельда, 2014. - 326.
6. Тепловые электрические станции. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование ТЭС : методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 44.
7. Елизаров Дмитрий Павлович. Теплоэнергетические установки электростанций : учебник для вузов по спец. "Парогенераторостроение", "Турбиностроение" / Дмитрий Павлович Елизаров, 1982. - 264.
8. Назмеев Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин, 2005. - 259.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Смирнов А. Д. Справочная книжка энергетика / А. Д. Смирнов, К. М. Антипов, 1987. - 568.
2. Тепловые и атомные электрические станции : справочник: В 4 кн. Кн. 3 / Под общ. ред. Григорьева В. А., Зорина В. М., 1989. - 608.
3. Антонянц Геннадий Райчикович. Топливо-транспортное хозяйство тепловых электростанций / Г. Р. Антонянц, В. П. Черников, О. Ф. Райфельд, 1977. - 231.
4. Лебедев Алексей Никитич. Подготовка и размол топлива на электростанциях / Алексей Никитич Лебедев, 1969. - 520.
5. Основы современной энергетики : курс лекций для менеджеров энергет. компаний : в 2 ч. / под общ. ред. Е. В. Аметистова. Ч. 2 : Современная электроэнергетика / под ред. А. П. Бурмана и В. А. Строева, 2003. - 451, [1].

6. Картавская В. М. Тепломассообменное оборудование ТЭС и промпредприятий : учебное пособие для студентов направления 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. М. Картавская, 2014. - 108.
7. Картошкин М. Д. Топливоподача тепловых электростанций : монография / М. Д. Картошкин, 1961. - 208.
8. Резников М. И. Паровые котлы тепловых электростанций : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / М. И. Резников, Ю. М. Липов, 2016. - 239.

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 Windows Seven Professional [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200])-поставка 2010
2. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
3. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
4. Microsoft Office Professional Plus 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. "Макет электрофильтра Ново-Иркутской ТЭЦ"
2. "Макет котла БКЗ-420 Ново-Иркутской ТЭЦ"
3. "Макет турбоустановки 200МВт Гусиноозерской ГРЭС"
4. 313963 Образец котла ТПЕ-215
5. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP
6. Экран CHAMPION 206*274
7. Проектор SonyVPL-EX50 LCD