

**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

**«РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК / CURRICULUM DESIGN OF
HEAT EXCHANGER EQUIPMENT»**

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 «Режимы работы энергетических установок» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-3 Способность к планированию, организации и ведению работ по освоению и эксплуатации технологического оборудования	ПКС-3.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-3.5	Способен самостоятельно или в коллективе планировать, организовывать и вести отдельные виды работ по эксплуатации энергетических установок ТЭС и ведению режимов работы теплоэнергетического оборудования ТЭС	Знать режимы работы энергетических установок ТЭС Уметь организовывать и вести отдельные виды работ по эксплуатации теплоэнергетического оборудования в зависимости от запланированного режима Владеть навыками ведения режимов работы котельного агрегата, определения расхода пара на турбину по диаграмме режимов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Режимы работы энергетических установок» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Производственная практика: вторая технологическая практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Эксплуатация парогенераторов», «Эксплуатация турбоустановок», «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях», «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов», «Тепловые и атомные электростанции»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика», «Тепловые и атомные электростанции», «Экономика и управление энергетическим предприятием»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:		
лекции	72	72
лабораторные работы	36	36
	12	12

практические/семинарские занятия	24	24
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	108	108
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой, Курсовой проект	Зачет с оценкой, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ 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	Структура управления ТЭС и планирование их работы с учетом графика электрических нагрузок и состава оборудования	1, 2	3							Устный опрос
2	Стационарные режимы работы энергоблоков КЭС	3, 4, 5, 6	11			1	10	4	20	Устный опрос
3	Работа КЭС в режимах регулирования электрической нагрузки	7, 8, 9, 10	10	1, 2	12	2	2	2, 5	20	Устный опрос
4	Режимы работы ТЭЦ	11, 12, 13, 14	12			3, 4	12	1, 3, 4, 6	68	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой, Курсовой проект
	Всего		36		12		24		108	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
---	------	--------------------

1	Структура управления ТЭС и планирование их работы с учетом графика электрических нагрузок и состава оборудования	Структура управления ТЭС; график электрических нагрузок и способы его покрытия в зависимости от состава оборудования
2	Стационарные режимы работы энергоблоков КЭС	Тепловые характеристики котлов. Влияние начальных и конечных параметров пара на надежность работы и экономические характеристики ПТУ
3	Работа КЭС в режимах регулирования электрической нагрузки	Влияние нагрузки на рабочий процесс турбин и на КПД в зависимости от вида парораспределения. Влияние режима работы системы РППВ на тепловую экономичность ПТУ. Регулирование нагрузки методом скользящего начального давления пара. Подхват нагрузки при дефиците мощности в энергосистеме
4	Режимы работы ТЭЦ	Показатели тепловой экономичности теплофикационных турбин. Энергетические характеристики теплофикационных турбин. Характерные режимы теплофикационных ПТУ. Пути повышения маневренности теплофикационных турбоустановок

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Вывод котлоагрегата на номинальные параметры	6
2	Перевод работы котла на частичную нагрузку	6

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Влияние отклонения параметров цикла на режим и экономичность ТЭС	10
2	Режимы работы и показатели тепловой экономичности энергоблока, при работе на частичной нагрузке, при разных типах парораспределения при постоянном и скользящем давлении перед регулирующими клапанами	2
3	Определение расхода пара на турбину с использованием диаграмм режимов	4
4	Расчет величины частичного обвода ПСГ и сохранении отпуска тепла из отборов турбины	8

	при прохождении провала нагрузки	
--	----------------------------------	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	36
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
3	Подготовка к зачёту	12
4	Подготовка к практическим занятиям	33
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16
6	Подготовка к сдаче и защите отчетов	7

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия; диалоговый режим; просмотр и обсуждение видеофильма.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

1. Фролов А. Г. Режимы работы ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие: направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности – «Тепловые электрические станции» для всех форм обучения / А. Г. Фролов, 2016. - 201 с.
2. Фролов А. Г. Режимы работы ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсовой работе: направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности – «Тепловые электрические станции» для всех форм обучения / А. Г. Фролов, 2016. - 259 с.
3. [3. <https://el.istu.edu/>](https://el.istu.edu/)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Фролов А. Г. Режимы работы ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие: направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности – «Тепловые электрические станции» для всех форм обучения / А. Г. Фролов, 2016. - 201 с.
2. <https://el.istu.edu/>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Режимы работы ТЭС [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения лаб. работ на компьютерном тренажере для оч. и заоч. форм обучения специальности "Тепловые электр. ст." / Иркут. гос. техн. ун-т, Каф. теплоэнергетики, 2006. - 46 с.
2. Фролов А. Г. Режимы работы ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие: направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности – «Тепловые электрические станции» для всех форм обучения / А. Г. Фролов, 2016. - 201 с.

3. <https://el.istu.edu/>

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Фролов А. Г. Режимы работы ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие: направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности – «Тепловые электрические станции» для всех форм обучения / А. Г. Фролов, 2016. - 201 с.
2. Режимы работы и эксплуатации ТЭС [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе студентов всех форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2010. - 13 с.
3. Коваль Т.В. и др. Организация и проведение самостоятельной работы студентов: учебное пособие.- Иркутск: Издательство ИрГТУ, 2012.- 45 с.
4. <https://el.istu.edu/>

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 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

устный выборочный опрос обучающихся на лекциях и практических занятиях по темам, пройденным на предыдущих занятиях по дисциплине, производится выборочно

Критерии оценивания.

в течение семестра каждый обучающий участвует в устном опросе (выборочно по списку группы). Ответ на вопрос должен быть кратким и содержательным. За каждый неверный ответ или отсутствие ответа обучающийся получает штрафной балл. При сдаче промежуточной аттестации за каждый штрафной балл обучающийся получает по дополнительному вопросу по той же теме, которая вызвала затруднения при устном опросе.

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-3.5	Демонстрирует способность определить порядок выполнения отдельных видов работ по эксплуатации энергетических установок ТЭС в зависимости от режима работы	Конспект лекций по всем темам, выполнение и защита курсового проекта, выполнение и защита практических и

		лабораторных работ, устное собеседование по по заранее предоставленным и вопросами
--	--	------------------------------------------------------------------------------------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачету допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (выполненные и защищённые практические задания, защита курсового проекта). Студент берет билет с вопросами из списка приведённого в моём учебном пособии и после подготовки отвечает на вопросы с представлением при необходимости соответствующих графиков, формул, схем.

Пример задания:

1. Какие графики электрических нагрузок знаете?
2. Что такое коэффициент заполнения?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала по дисциплине. Уверенно и четко отвечает на вопросы по билету и дополнительные вопросы по курсу.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Отвечает не на все дополнительные вопросы.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими ошибками и затруднениями выполняет практические работы. Не может ответить на дополнительные вопросы.

6.2.2.2 Семестр 8, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Захист курсового проекта проходить в формі доповіда та наступного собеседування з керівником за прописаною програмою питань, приведених в прикладі

Пример задания:

1. Поясните, как определяли расход пара в сетевые подогреватели.
2. Поясните, как определяли расход пара на турбину при разных нагрузках.
3. Поясните, как определяли тепловую нагрузку.
4. Поясните, как определяли параметры пара на частичных нагрузках.
5. Поясните, как определяли параметры пара в отборах на сетевые подогреватели.
6. Поясните, как строили процессы расширения пара в проточной части турбины в h,s -диаграмме.
7. Поясните, зачем необходимы выдержки по времени на определенных частотах и нагрузках.
8. Поясните, за счет чего добились максимального снижения электрической мощности.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Выполнено в соответствии с СТО в полном объеме. Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с выполненным курсовым проектом.	Выполнено в соответствии с СТО в полном объеме. Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при защите курсового проекта.	Выполнено в соответствии с СТО в полном объеме. Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при защите курсового проекта	Выполнено не в соответствии с СТО и не в полном объеме. Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет защиту курсового проекта.

7 Основная учебная литература

1. Фролов А. Г. Режимы работы и эксплуатации ТЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие по специальности 100500 "Тепловые электрические станции" / А. Г. Фролов, В. В. Воронков, 2009. - 192.
2. Режимы работы и эксплуатации ТЭС [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе студентов всех форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2010. - 13.
3. Фролов А. Г. Режимы работы и эксплуатации ТЭС : учебное пособие по специальности 100500 "Тепловые электрические станции" / А. Г. Фролов, А. А. Воронков, 2010. - 192.
4. Иванов Валерий Алексеевич. Режимы мощных паротурбинных установок / Валерий Алексеевич Иванов, 1986. - 248.
5. Применение диаграмм режимов турбин при оптимизации работы ТЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие для магистрантов по направлению подготовки 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" дневной и заочной форм обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2011. - 68.
6. Бененсон Евсей Исаакович. Теплофикационные паровые турбины / Е. И. Бененсон; под ред. Д. П. Бузина, 1986. - 270.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Аминов Р. З. Градиентный метод распределения нагрузок на ТЭЦ : учебное пособие по курсу "Режимы работы и эксплуатации ТЭС" для студентов специальности 0305 / Р. З. Аминов, 1982. - 58.
2. Комолятов Лев Дмитриевич. Режимы работы и эксплуатации ТЭС : учеб. пособие для студентов спец. 0305 / Лев Дмитриевич Комолятов; Саратов. политехн. ин-т, 1987. - 62.
3. Иванов В. А. Стационарные и переходные режимы мощных паротурбинных установок / В. А. Иванов, 1971. - 280.
4. Фролов А. Г. Применение диаграмм режимов турбин при оптимизации работы ТЭС : учебное пособие: направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для специальности – «Тепловые электрические станции» для всех форм обучения / А. Г. Фролов, С. Н. Сушко, 2016. - 67.
5. Прокопенко Артем Григорьевич. Стационарные, переменные и пусковые режимы энергоблоков ТЭС / Артем Григорьевич Прокопенко, Иосиф Степанович Мысак, 1990. - 315.
6. Бененсон Е. И. Теплофикационные паровые турбины / Е. И. Бененсон, 1976. - 263.
7. Трухний А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин, 2002. - 539.
8. Трухний А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов по направлению "Энергомашиностроение"; специальностям "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели" [и др.] / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин, 2006. - 539.

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 (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
3. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
4. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
5. Microsoft Windows Server Standard 2008 - клиентские лицензии_для КУИЦ
6. Microsoft Windows XP Professional 32 bit SP2_для BPTNK
7. Microsoft Windows Professional 8 Russian

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Сплит-система напольно-потолочная Kentatsu (комплектующие части)
2. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
3. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
4. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
5. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
6. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
7. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
8. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450

9. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
10. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
11. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
12. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
13. Проектор ViewSonic PJL7211
14. монитор 17" LG F720B
15. Монитор 17"Samsung TFT 710V
16. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
17. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
18. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
19. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
20. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
21. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
22. Компьютер DNS Pentium G620/2GB/HD6570(1024)500Gb/DVDRW/CR
23. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
24. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450W/Cardreader 512Mb /LG 19"/Ippon800
25. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
26. Компьютер в сборе Asus P5Q--LD/Intel Core2Duo/DDRII 4Gb/320Gb*2шт./DVDRW/ATX 450
27. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
28. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP
29. Экран CHAPMPION 206*274

30. Компьютер Intel C-i24000/AS-H6/DDR-4Gb/SATA2Tb/PCI-E 1TB GF/ATX FSP550W/DVD-RW/L
31. Монитор Samsung SyncMaster 710
32. экран 213*280 моториз Projecta
33. Проектор SonyVPL-EX50 LCD
34. монитор 17" LG F720B
35. Компьютер AIO Apple iMac 27 MC510RS/A
36. Монитор 17"Samsung TFT 710V
37. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
38. Компьютер Intel i3/Mb ASUS/2Gb/HDD500Gb/GF512/DVDRW/ATX450W/LCD 22/ИБП
39. Проектор Epson EB-1770W
40. экран Screen Media Champion 274*206 с электроприводом