

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

Структурное подразделение «Теплоэнергетики (138)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №7 от 16 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ»

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Современные технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Сушко Светлана Николаевна
Дата подписания: 29.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Самаркина
Екатерина Владимировна
Дата подписания: 05.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сушко Светлана
Николаевна
Дата подписания: 29.05.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Тепловые и атомные электростанции» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способность осуществлять и анализировать технологические процессы	ПКС-1.12, ПКС-1.13
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.11, ПКС-5.12

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.12	Знает технологический процесс производства тепловой и электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях. Способен анализировать влияние разных факторов на показатели эффективности работы электростанции	Знать технологию производства тепловой и электрической энергии на ТЭС и АЭС; показатели экономичности ТЭС и АЭС; влияние параметров рабочего тела и других факторов на эффективность работы ТЭС; уровень экономичности ТЭС и АЭС. Уметь анализировать влияние разных факторов на показатели экономичности ТЭС и АЭС. Владеть навыками чтения принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС. Уметь анализировать влияние разных факторов на показатели экономичности ТЭС и АЭС. Владеть навыками чтения принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС
ПКС-1.13	Способен самостоятельно или в коллективе организовать и вести технологические процессы тепловых электростанций. Знает особенности работы газотурбинных и паротурбинных ТЭС	Знать технологические схемы отпуска пара и горячей воды от тепловых электростанций; схемы подготовки подпиточной воды теплосети и добавочной воды цикла ТЭС; схемы газотурбинных и парогазовых тепловых электростанций. Уметь анализировать влияние разных факторов на показатели экономичности ТЭС и АЭС Владеть навыками чтения

		принципиальных тепловых схем ТЭС и АЭС
ПКС-5.11	Осуществляет обработку и анализ данных для выбора состава основного оборудования ТЭС. Рассчитывает показатели тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Оценивает влияние различных факторов на показатели тепловой экономичности электростанций	Знать методику выбора паровых турбин и энергетических котлов при заданных нагрузках ТЭЦ Уметь обрабатывать и анализировать исходные данные для выбора состава основного оборудования ТЭС Владеть навыками расчета показателей тепловой экономичности ТЭС при изменении параметров рабочего тела и других факторов; навыками выбора основного оборудования ТЭС.
ПКС-5.12	Способен составить и рассчитать тепловые схемы. Способен выбрать пиковое оборудование, проанализировать состав основного и пикового оборудования ТЭС. Демонстрирует знание типовых проектных решений	Знать методику расчета тепловых схем тепловых электростанций. Уметь составлять тепловые балансы оборудования; рассчитывать расходы питательной воды, сетевой, охлаждающей воды; рассчитывать тепловые схемы ТЭС; выбирать пиковое оборудование ТЭЦ Владеть навыками расчета тепловых схем подготовки сетевой, подпиточной и добавочной воды ТЭС; навыками выбора пиковых котлов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Тепловые и атомные электростанции» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Введение в профессиональную деятельность», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Водоподготовка и водно-химический режим энергопредприятий», «Системы теплоснабжения», «Парогенераторы», «Тепловые двигатели»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Экономика и управление энергетическим предприятием», «Режимы работы энергетических установок», «Оборудование ТЭС»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108

Аудиторные занятия, в том числе:	100	64	36
лекции	44	32	12
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	56	32	24
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	80	44	36
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект, Зачет	Зачет	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ 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	Введение. Типы электрических станций. Классификация тепловых электростанций. Энергоресурсы ТЭС и АЭС	1, 2, 3	6			1	6	1, 2	4	Письменный опрос
2	Основное оборудование ТЭС	4	2			2, 3	8	1, 2, 3	6	Устный опрос
3	Основное оборудование АЭС	5	2					1	2	Устный опрос
4	Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС	6, 7, 8	6			4	2	1, 2, 4	8	Устный опрос
5	Влияние параметров на показатели экономичности электростанций	9, 10	4			5	4	1, 2, 3	7	Устный опрос
6	Влияние регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды на показатели экономичности	11, 12, 13	6			6	2	1, 2	5	Устный опрос

	ТЭС и АЭС									
7	Отпуск теплоты от ТЭС	14, 15	4			7, 8	7	1, 2, 3	6	Устный опрос
8	Потери пара и конденсата на ТЭС и АЭС, способы их восполнения	16	2			9	3	1, 2, 3	6	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

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	Принципиальные и развернутые тепловые схемы	1, 2	4			1, 2, 3, 4	20	1, 2	9	Устный опрос
2	Газотурбинные и парогазовые ТЭС	3, 4, 5	6					2, 3	6	Устный опрос
3	Выбор площадки для строительства ТЭС и АЭС. Генплан ТЭС. Компоновка главного корпуса ТЭС	6	2			5	4	2	3	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		12				24		54	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Типы электрических станций. Классификация тепловых электростанций. Энергоресурсы ТЭС и АЭС	Типы электрических станций. Графики электрических нагрузок. Классификации тепловых электростанций по разным признакам. Классификация АЭС. История развития энергетики России. Структура энерго мощностей в мире, России, ООО «БЭК». Структура выработки электроэнергии. Направление развития энергетики России. Энергоресурсы. Классификация. Запасы и потребление органического топлива. Условное топливо. Структура управления энергетикой России. Термодинамические циклы и принципиальные тепловые схемы тепловых (паротурбинных КЭС и ТЭЦ, газотурбинных) и атомных электростанций.
2	Основное оборудование ТЭС	Выбор основного оборудования ТЭС, последовательность в зависимости от заданных

		нагрузок. Паровые турбины, энергетические и пиковые котельные агрегаты. Загрузка турбин и котлов ТЭЦ в течение года
3	Основное оборудование АЭС	Ядерные реакторы. Замедлители, теплоносители, отражатели, поглотители. Работа турбин АЭС на насыщенном паре. Кампания реактора. Парогенераторы АЭС.
4	Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС	Обзор показателей общей экономичности ТЭС и АЭС (удельные капиталовложения, балансовая стоимость, себестоимость электрической и тепловой энергии, прибыль, рентабельность). Расчет показателей тепловой экономичности КЭС (КПД, удельного расхода топлива, удельного расхода теплоты, удельного расхода пара). Расчет показателей тепловой экономичности ГТУ (КПД, удельного расхода топлива). Расчет показателей тепловой экономичности ТЭЦ (КИТ, КПД по производству электрической и тепловой энергии, удельных расходов топлива на два вида энергии). Методы распределения израсходованного на ТЭЦ топлива между электроэнергией и теплотой. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении. Коэффициент недовыработки мощности паровой турбины. Определение полного и удельного расхода пара для теплофикационной турбины. Расчет показателей тепловой экономичности АЭС.
5	Влияние параметров на показатели экономичности электростанций	Влияние начальной температуры на показатели экономичности ТЭС и АЭС. Влияние начального давления на показатели экономичности ТЭС и АЭС. Промежуточный перегрев пара. Типы. Влияние на показатели экономичности КЭС. Особенности промперегрева на ТЭЦ. Влияние конечных параметров на показатели экономичности КЭС, ТЭЦ, АЭС.
6	Влияние регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды на показатели экономичности ТЭС и АЭС	Факторы, влияющие на эффективность регенерации: тип регенеративного подогревателя, параметры пара регенеративных отборов, количество пара регенеративных отборов, температура питательной воды, количество ступеней регенеративного подогрева, распределение подогрева основного конденсата и питательной воды по ступеням, схемы отвода конденсата греющего пара из регенеративных подогревателей. Особенности распределения подогрева основного конденсата и питательной воды по ступеням для КЭС с промежуточным перегревом пара, использование пароохладителей (встроенных, выносных), схема Виолет, схема Рикара-Некольного.
7	Отпуск теплоты от ТЭС	Классификация тепловых нагрузок. Расчет

		тепловых нагрузок. Коэффициент теплофикации. Отпуск теплоты в виде пара. Возможные схемы отпуска, сравнение, выбор. Отпуск теплоты в виде горячей воды. Способы регулирования тепловых нагрузок. Принципиальные тепловые схемы подготовки подпиточной и сетевой воды с вакуумными и атмосферными деаэраторами. Сравнение, выбор.
8	Потери пара и конденсата на ТЭС и АЭС, способы их восполнения	Классификация потерь пара и конденсата на ТЭС и АЭС. Балансы пара и воды на ТЭС. Способы снижения потерь рабочего тела и теплоты в цикле. Добавочная вода цикла ТЭС и АЭС. Принципиальные тепловые схемы подготовки добавочной воды. Способы очистки добавочной и подпиточной воды. Выбор схемы ВПУ в зависимости от качества исходной воды и от назначения.

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Принципиальные и развернутые тепловые схемы	Определение принципиальных и развернутых (полных) тепловых схем. Методика расчета принципиальных тепловых схем паротурбинных электростанций. Методы оценки малых изменений в тепловой схеме с помощью коэффициента ценности теплоты, коэффициента изменения мощности.
2	Газотурбинные и парогазовые ТЭС	Цикл и принципиальная схема газотурбинной электростанции. Типы ГТУ. Характеристики ГТУ. Элементы технологической схемы ГТУ. Способы увеличения эффективности ГТУ. Маркировка российских ГТУ. Заводы-изготовители. Зарубежные ГТУ. Преимущества и недостатки ГТУ. Комбинирование газотурбинного и паротурбинного циклов. Парогазовые установки с котлами-утилизаторами. ГТУ-ТЭЦ.
3	Выбор площадки для строительства ТЭС и АЭС. Генплан ТЭС. Компоновка главного корпуса ТЭС	Выбор месторасположения ТЭС, АЭС в зависимости от нагрузок, источника водоснабжения, месторождения топлива и других факторов. Расположение ТЭЦ относительно населенного пункта. Расположение объектов ТЭС на площадке для строительства с учетом технологической схемы и розы ветров. Расположение оборудования в главном корпусе. Поперечные и продольные разрезы главного корпуса ТЭС, генпланы ТЭС.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Изучение принципиальных тепловых схем и термодинамических циклов КЭС, ТЭЦ, ГТУ, АЭС	6
2	Выбор паровых турбин	5
3	Выбор паровых котлов	3
4	Решение задач	2
5	Решение задач	4
6	Решение задач	2
7	Расчет расходов теплоты и сетевой воды на отопление, горячее водоснабжение	2
8	Расчет тепловых схем подготовки подпиточной и сетевой воды	5
9	Расчет схем подготовки добавочной воды	3

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет схем регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды. Использование диаграмм режимов работы турбин	6
2	Расчет редуционно-охладительных установок	4
3	Составление балансов пара и воды, выбор пикового оборудования	4
4	Составление принципиальных тепловых схем ТЭЦ	6
5	Компоновка главного корпуса ТЭС. Генплан ТЭС	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	19
2	Подготовка к практическим занятиям	14
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
4	Тест (СРС)	3

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	24

2	Подготовка к практическим занятиям	9
3	Тест (СРС)	3

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками, мозговой штурм, 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 курсовому проектированию/работе:

Возможны два варианта темы курсового проекта: «Проект промышленно-отопительной ТЭЦ в городе...» и «Проект отопительной ТЭЦ в городе...». Задание корректируется ежегодно и включает: наименование города; количество жителей для обеспечения горячей водой на отопление и горячее водоснабжение; температурный график тепловых сетей; количество пара, отпускаемого на производство, месторождение угля (или выбирается обучающимся).

Для выполнения курсового проекта рекомендуется использовать учебное пособие: Сушко С. Н. Тепловые электрические станции. Выбор основного оборудования и расчет тепловых схем ТЭЦ : учебное пособие для направления подготовки "Теплоэнергетика и теплотехника" очной и заочной форм обучения / С. Н. Сушко, 2018. - 104 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия предназначены для закрепления теоретических знаний по дисциплине. Они включают изучение тепловых и технологических схем, чертежей разрезов ТЭС и АЭС, решение задач по разным темам, расчет тепловых схем ТЭС, выбор основного оборудования ТЭС.

В начале практического занятия повторяется теоретический материал по теме занятия, затем обучающиеся выполняют задание, выданное преподавателем. После самостоятельного выполнения или работы в паре (малой группе) каждый студент должен защитить свою работу (на следующем практическом занятии).

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа по дисциплине заключается в проработке теоретического материала, подготовке к практическим занятиям, подготовке к защите практических заданий, а также в выполнении курсового проекта.

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=9290>

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 7 | Письменный опрос

Описание процедуры.

После изучения данного раздела проводится письменный опрос. Обучающиеся заранее предупреждаются о проведении письменного вопроса по материалам пройденных тем. Часть вопросов повторяется из входного контроля.

Примеры вопросов:

1. Теплофикация – это...
2. Для чего используется понятие «условное топливо»? Чему равна его теплота сгорания?
3. Как пересчитать расход натурального топлива в расход условного топлива?
4. Что такое коэффициент теплофикации?
5. Формула для расчета термического КПД цикла.
6. Формула для расчета термического КПД цикла Карно.
7. Типы электростанций.
8. Что такое базовые и пиковые электростанции, какие электростанции к ним относятся?
9. Типы тепловых электростанций.
10. Что такое килокалория?
11. В каких единицах измеряются разные виды энергии?
12. Единицы измерения электрической мощности и тепловой мощности.
13. Формула для расчета расхода топлива котла по известной паропроизводительности, параметрам пара и т.д.
14. Что «больше»: 1 кВт·ч или 1 кДж, 1 ккал или 1 кДж?
15. Как рассчитать удельную выработку электроэнергии в стране (на одного человека в год)?
16. Как рассчитать число часов использования установленной мощности электростанции (энергосистемы)?
17. Расшифруйте «ОЭС Сибири», ОГК, СО ЕЭС, РДУ.
18. Распределение установленных мощностей по типам электростанций в России.
19. 250 ат = ? МПа
20. Основное топливо ТЭС России.
21. Формула для расчета внутреннего относительного КПД турбины.

Критерии оценивания.

Тема засчитывается, когда правильных ответов на вопросы более 50%. В противном случае во время промежуточной аттестации этот обучающийся получает дополнительные вопросы по данной теме

6.1.2 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Каждое лекционное занятие начинается с устного опроса по теме прошлой лекции. Каждое практическое занятие так же начинается с устного опроса. Обучающиеся отвечают на вопросы, поставленные преподавателем. Отвечать может любой обучающийся или преподаватель проводит выборочный опрос по фамилиям. Примеры вопросов:

1. Как рассчитать удельную выработку электроэнергии на одного человека в год?
2. Назовите типы ТЭС по рабочему телу, по назначению, по топливу.
3. Как распределение подогрева по ступеням влияет на эффективность регенерации?
4. Что учитывается при выборе температуры питательной воды?
5. В чем особенность определения КПД на ТЭЦ?
6. За счет каких факторов КПД ПГУ выше КПД ГТУ и ПТУ?
7. Чем отличаются принципиальные и развернутые тепловые схемы?

8. Почему промежуточный перегрев пара не распространен на ТЭЦ?
9. Чем можно повлиять на величину конечного давления?
10. Чем восполняются потери рабочего тела в цикле ТЭС?
11. Почему при увеличении часового (годового) расхода топлива удельный расход топлива может снижаться?
12. Как влияет выбор типа подогревателя на эффективность регенеративного подогрева?
13. В каких случаях для расчета тепловых схем можно использовать коэффициент ценности теплоты и коэффициент изменения мощности?
14. Почему на АЭС используют паровые турбины на насыщенном паре?

Критерии оценивания.

Ответ обучающегося должен быть кратким и содержательным. В течение семестра за неверные ответы (или молчание) обучающийся получает «штрафные баллы», во время промежуточной аттестации этот обучающийся получает дополнительные вопросы по соответствующим темам.

6.1.3 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Каждое лекционное занятие начинается с устного опроса по теме прошлой лекции. Каждое практическое занятие так же начинается с устного опроса. Обучающиеся отвечают на вопросы, поставленные преподавателем. Отвечать может любой обучающийся или преподаватель проводит выборочный опрос по фамилиям. Примеры вопросов:

1. Как рассчитать удельную выработку электроэнергии на одного человека в год?
2. Назовите типы ТЭС по рабочему телу, по назначению, по топливу.
3. Как распределение подогрева по ступеням влияет на эффективность регенерации?
4. Что учитывается при выборе температуры питательной воды?
5. В чем особенность определения КПД на ТЭЦ?
6. За счет каких факторов КПД ПГУ выше КПД ГТУ и ПТУ?
7. Чем отличаются принципиальные и развернутые тепловые схемы?
8. Почему промежуточный перегрев пара не распространен на ТЭЦ?
9. Чем можно повлиять на величину конечного давления?
10. Чем восполняются потери рабочего тела в цикле ТЭС?
11. Почему при увеличении часового (годового) расхода топлива удельный расход топлива может снижаться?
12. Как влияет выбор типа подогревателя на эффективность регенеративного подогрева?
13. В каких случаях для расчета тепловых схем можно использовать коэффициент ценности теплоты и коэффициент изменения мощности?
14. Почему на АЭС используют паровые турбины на насыщенном паре?

Критерии оценивания.

Ответ обучающегося должен быть кратким и содержательным. В течение семестра за неверные ответы (или молчание) обучающийся получает «штрафные баллы», во время промежуточной аттестации этот обучающийся получает дополнительные вопросы по соответствующим темам.

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-1.12	Демонстрирует знание технологии производства тепловой и электрической энергии на ТЭС и АЭС. Правильно анализирует влияние параметров рабочего тела и других факторов на удельный расход топлива и КПД электростанции	Выполнение и защита практических заданий, устный опрос или тестирование
ПКС-1.13	Выполнение и защита практических заданий, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменационным вопросам	Выполнение и защита практических заданий, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменационным вопросам
ПКС-5.11	Правильно и осмысленно выбирает паровые турбины и энергетические котлы по рассчитанным и заданным тепловым нагрузкам; рассчитывает показатели тепловой экономичности и правильно анализирует результаты	Выполнение и защита практических заданий, устный опрос или тестирование
ПКС-5.12	Правильно и осмысленно рассчитывает тепловые схемы ТЭС, составляет тепловые балансы, выбирает пиковые котлы	Выполнение и защита практических заданий, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменационным вопросам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет может проходить в форме устного опроса или тестирования. Тест включает 6-7 вопросов.

Пример задания:

Вопросы к зачету:

1. Типы электрических станций. Графики электрических нагрузок.
2. Классификации тепловых электростанций по разным признакам.
3. Классификация атомных электростанций.
4. История развития энергетики России. Направление развития энергетики России.
5. Структура энерго мощностей в мире, России, ООО «БЭК». Структура выработки электроэнергии.
6. Энергоресурсы. Классификация. Запасы и потребление органического топлива. Ядерное топливо. Условное топливо.
7. Структура управления энергетикой России.
8. Термодинамические циклы и принципиальные тепловые схемы тепловых (паротурбинных КЭС и ТЭЦ, газотурбинных) электростанций и АЭС.
9. Выбор паровых турбин.
10. Выбор паровых котлов.
11. Характеристика реакторов АЭС.
12. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС.
13. Расчет показателей тепловой экономичности КЭС (КПД, удельного расхода топлива, удельного расхода теплоты, удельного расхода пара).
14. Расчет показателей тепловой экономичности ГТУ (КПД, удельного расхода топлива, удельного расхода газа).
15. Расчет показателей тепловой экономичности ТЭЦ (КПД, удельных расходов топлива, удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении).
16. Методы распределения израсходованного на ТЭЦ топлива между электроэнергией и теплотой.
17. Коэффициент недовыработки мощности. Определение полного и удельного расхода пара для теплофикационной турбины.
18. Расчет показателей тепловой экономичности АЭС.
19. Влияние начальной температуры на показатели экономичности ТЭС и АЭС.
20. Влияние начального давления на показатели экономичности ТЭС и АЭС.
21. Промежуточный перегрев пара. Типы. Влияние на показатели экономичности КЭС.
22. Промежуточный перегрев пара. Особенности промперегрева на ТЭЦ.
23. Влияние конечных параметров на показатели экономичности КЭС и ТЭЦ.
24. Влияние регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды на показатели экономичности ТЭС и АЭС. Факторы, влияющие на эффективность регенерации.
25. Влияние типа регенеративного подогревателя, количества и параметров пара регенеративных отборов на эффективность РППВ.
26. Влияние температуры питательной воды на эффективность РППВ, на показатели экономичности ТЭС.
27. Влияние количества ступеней регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды на эффективность РППВ.
28. Влияние распределения подогрева основного конденсата и питательной воды по ступеням на эффективность РППВ. Особенности для КЭС с промежуточным перегревом пара. Использование пароохладителей (встроенных, выносных); схема Виолен, схема Рикара-Некольного.

29. Влияние схем отвода конденсата греющего пара из регенеративных подогревателей на эффективность РППВ. Требования, предъявляемые к выбору схемы.
30. Отпуск теплоты (в виде пара) от ТЭС. Схемы отпуска.
31. Отпуск теплоты (в виде горячей воды) от ТЭС. Принципиальные тепловые схемы подготовки подпиточной и сетевой воды с вакуумными и атмосферными деаэраторами.
32. Классификация потерь пара и конденсата на ТЭС и АЭС. Балансы пара и воды на ТЭС. Способы снижения потерь рабочего тела и теплоты в цикле.
33. Добавочная вода цикла ТЭС и АЭС. Принципиальные тепловые схемы подготовки добавочной воды.
34. Способы очистки добавочной и подпиточной воды на ТЭС и АЭС. Выбор схемы ВПУ в зависимости от качества исходной воды и от назначения.

Примеры вопросов для тестирования:

Годовое число часов использования установленной мощности определяется из выражения:

- 1) $\text{Эгод}/N_{\max}$;
- 2) $\text{Эгод}/N_{\text{уст}}$;
- 3) $N_{\text{уст}}/N_{\max}$.

Различают следующие типы тепловых электростанций:

- 1) КЭС, ГРЭС, ТЭС;
- 2) ТЭЦ, КЭС, ГЭС;
- 3) КЭС; ТЭЦ.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся показывает уверенные знания по технологиям производства тепловой и электрической энергии на тепловых электростанциях; знает показатели, оценивающие эффективность работы ТЭС; умеет составлять и объяснять тепловые схемы. Отвечает на 60% процентов заданных вопросов или вопросов теста.	Обучающийся слабо ориентируется в теоретическом материале, не отвечал на вопросы текущего контроля и неуверенно отвечает на основные и дополнительные вопросы на зачете. Менее 60% правильных ответов на заданные вопросы или вопросы теста.

6.2.2.2 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен проводится по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса (по материалам двух семестров).

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита выполненных практических заданий, курсового проекта), а также представившие собственноручный конспект лекций (выборочно, выбирается преподавателем).

В случае проведения письменного экзамена группа делится на подгруппы не более 10 человек, каждой подгруппе назначается время (в соответствии со временем, указанным в расписании). Время проведения экзамена для одной подгруппы – 90 минут. В течение этого времени обучающиеся вытягивают билет, садятся на достаточном расстоянии друг от друга, письменно, максимально полно, отвечают на вопросы билета в течение 30-40

минут. Во время экзамена обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом, пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. В течение 10-15 минут преподаватель проверяет ответы обучающихся, после чего, в случае необходимости, задает дополнительные вопросы, на которые нужно ответить устно.

В случае проведения устного экзамена студенты вытягивают билет, рассаживаются в аудитории на достаточном расстоянии друг от друга, готовят ответы на вопросы, записывая формулы и тезисно то, что считают нужным. По мере готовности по одному подходят к преподавателю, отвечают на вопросы билета и дополнительные вопросы (в случае необходимости). Освободившееся место в аудитории занимает следующий обучающийся.

Пример задания:

Вопросы к экзамену:

1. Типы электрических станций. Графики электрических нагрузок.
2. Классификации тепловых электростанций по разным признакам.
3. Классификация атомных электростанций.
4. История развития энергетики России. Структура энерго мощностей в мире, России, ООО «БЭК». Структура выработки электроэнергии. Направление развития энергетики России.
5. Энергоресурсы. Классификация. Запасы и потребление органического топлива. Ядерное топливо. Условное топливо.
6. Структура управления энергетикой России.
7. Термодинамические циклы и принципиальные тепловые схемы тепловых (паротурбинных КЭС и ТЭЦ, газотурбинных) электростанций и АЭС.
8. Выбор паровых турбин.
9. Выбор паровых котлов.
10. Характеристика реакторов АЭС.
11. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Расчет показателей тепло-вой экономичности КЭС.
12. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Расчет показателей тепло-вой экономичности ГТУ.
13. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Расчет показателей тепло-вой экономичности ТЭЦ. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении.
14. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Методы распределения израсходованного на ТЭЦ топлива между электроэнергией и теплотой.
15. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Коэффициент недовыработки мощности. Определение полного и удельного расхода пара для теплофикационной турбины.
16. Показатели общей и тепловой экономичности ТЭС и АЭС. Расчет показателей тепло-вой экономичности АЭС.
17. Влияние начальной температуры на показатели экономичности ТЭС и АЭС.
18. Влияние начального давления на показатели экономичности ТЭС и АЭС.
19. Промежуточный перегрев пара. Типы. Влияние на показатели экономичности КЭС.
20. Промежуточный перегрев пара. Особенности промперегрева на ТЭЦ.
21. Влияние конечных параметров на показатели экономичности КЭС и ТЭЦ.
22. Влияние регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды на показатели экономичности ТЭС и АЭС. Факторы, влияющие на эффективность регенерации.
23. Влияние типа регенеративного подогревателя, количества и параметров пара

регенеративных отборов на эффективность РППВ.

24. Влияние температуры питательной воды на эффективность РППВ, на показатели экономичности ТЭС.

25. Влияние количества ступеней регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды на эффективность РППВ.

26. Влияние распределения подогрева основного конденсата и питательной воды по ступеням на эффективность РППВ. Особенности для КЭС с промежуточным перегревом пара. Использование пароохладителей (встроенных, выносных); схема Виолен, схема Рикара-Некольного.

27. Влияние схем отвода конденсата греющего пара из регенеративных подогревателей на эффективность РППВ. Требования, предъявляемые к выбору схемы.

28. Отпуск теплоты (в виде пара) от ТЭС. Схемы отпуска.

29. Отпуск теплоты (в виде горячей воды) от ТЭС и АЭС. Принципиальные тепловые схемы подготовки подпиточной и сетевой воды с вакуумными и атмосферными деаэраторами.

30. Классификация потерь пара и конденсата на ТЭС и АЭС. Балансы пара и воды на ТЭС. Способы снижения потерь рабочего тела и теплоты в цикле.

31. Добавочная вода цикла ТЭС и АЭС. Принципиальные тепловые схемы подготовки добавочной воды.

32. Способы очистки добавочной и подпиточной воды на ТЭС и АЭС. Выбор схемы ВПУ в зависимости от качества исходной воды и от назначения.

33. Принципиальные и развернутые тепловые схемы. Методика расчета тепловых схем паротурбинных электростанций.

34. Методы оценки малых изменений в тепловой схеме с помощью коэффициента ценности теплоты, коэффициента изменения мощности.

35. Цикл и принципиальная схема газотурбинной электростанции. Типы ГТУ.

36. Характеристики ГТУ. Элементы технологической схемы ГТУ.

37. Способы увеличения эффективности ГТУ.

38. Маркировка российских ГТУ. Заводы-изготовители. Зарубежные ГТУ.

Преимущества и недостатки ГТУ.

39. Парогазовые установки.

40. Выбор площадки для строительства ТЭС и АЭС. Компановка главного корпуса ТЭС. Генплан.

Пример экзаменационного билета:

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Экзаменационный билет № 11

по дисциплине Тепловые и атомные электростанции

направление Теплоэнергетика и теплотехника

профиль Современные технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

1. Влияние конечных параметров на показатели экономичности КЭС и ТЭЦ.

2. РППВ. Влияние схем отвода конденсата греющего пара из регенеративных подогревателей на эффективность РППВ. Требования, предъявляемые к выбору схемы.

Билет составил _____

Утверждаю:

«__» _____ 20__ года

Зав. кафедрой ТЭ _____

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся показывает глубокое понимание материала курса, а именно: знает технологию производства энергии на ТЭС и АЭС; знает, как влияют параметры рабочего тела и другие факторы на эффективность работы ТЭС и АЭС; умеет выбирать турбины, котлы, рассчитывать тепловые схемы. Быстро и уверенно отвечает на поставленные вопросы, легко ориентируется в программном материале	Обучающийся показывает понимание материала курса, а именно: знает технологию производства энергии на ТЭС и АЭС; знает, как влияют параметры рабочего тела и другие факторы на эффективность работы ТЭС и АЭС; умеет выбирать турбины, котлы, рассчитывать тепловые схемы. Отвечает на большинство поставленных вопросов, хорошо ориентируется в программном материале	Обучающийся показывает понимание большей части материала курса, а именно: знает технологию производства энергии на ТЭС и АЭС; знает, как влияют параметры рабочего тела и другие факторы на эффективность работы ТЭС и АЭС; умеет выбирать турбины, котлы, рассчитывать тепловые схемы. Отвечает на поставленные вопросы, но допускает погрешности в ответах, нарушает логическую последовательность в изложении материала	Обучающийся показывает пробелы в большей части материала курса, допускает принципиальные ошибки в ответах, не ориентируется в программном материале, не владеет профессиональной терминологией

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

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Защита курсового проекта проходит в форме доклада и последующего собеседования с преподавателем по вопросам.

Примеры вопросов:

1. Выбор паровых турбин.
2. Почему турбины выбираются не по максимальной теплофикационной нагрузке?
3. Выбор котлов.
4. Цель расчета тепловых схем.
5. Как определяются параметры греющего пара подогревателей.
6. Почему расход сетевой воды на отопление рассчитывают только по максимальной нагрузке на отопление?
7. Для чего строится температурный график?
8. Составить тепловой баланс подогревателя.
9. Выбор пикового оборудования.
10. Определение расхода пара на турбину по диаграмме режимов.

11. Как определить расход первичного пара на РОУ?
12. Загрузка котлов по режимам.
13. Показать конкретное оборудование на тепловой схеме и объяснить его назначение.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием. Пояснительная записка составлена с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ с использованием современных цифровых технологий. Расчеты верны, сделаны обоснованные выводы. Графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением всех требований ЕСКД с использованием современных цифровых технологий. Доклад обучающегося четкий, ясный, последовательный. Во время защиты обучающийся показал умение коротко и верно ответить на поставленные вопросы.	Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием. Пояснительная записка составлена с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ. Расчеты верны, сделаны обоснованные выводы. Графическая часть выполнена в полном объеме с небольшими замечаниями. Доклад обучающегося ясный и последовательный. Во время защиты обучающийся показал умение ответить на поставленные вопросы, но допущены неточности в определениях и терминологии.	Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием. Пояснительная записка составлена с учетом требований действующего стандарта ИРНИТУ, но с замечаниями. Графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД. Доклад студента сбивчив, непоследователен. Правильные ответы даны не менее, чем на 60% вопросов.	Курсовой проект выполнен в полном объеме и в соответствии с заданием. Пояснительная записка составлена без учета требований действующего стандарта ИРНИТУ. Графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД. Доклад студента сбивчив, непоследователен. Правильные ответы даны менее, чем на 60% вопросов.

7 Основная учебная литература

1. Сушко С. Н. Тепловые электрические станции. Выбор основного оборудования и расчет тепловых схем ТЭЦ : учебное пособие для направления подготовки "Теплоэнергетика и теплотехника" очной и заочной форм обучения / С. Н. Сушко, 2018. - 104.
2. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по специальности "Тепловые электрические станции" / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиршфельда, 2014. - 326.
3. Стерман Л. С. Тепловые и атомные электростанции : учебник для вузов / Л. С. Стерман, С. А. Тевлин, А. Т. Шарков, 1982. - 456.
4. Александров Алексей Александрович. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник: Табл. рассчитаны по уравнениям Междунар. ассоц. по свойствам воды и водяного пара и рек. Гос. службой стандарт. справ. данных: ГСССД Р-776-98 / Алексей Александрович Александров, Борис Афанасьевич Григорьев, 1999. - 158.
5. Щепетильников Михаил Ильич. Сборник задач по курсу ТЭС : для теплоэнерг. спец. вузов / Михаил Ильич Щепетильников, Владимир Ильич Хлопушин, 1983. - 175.
6. Тепловые и атомные электрические станции : справочник: В 4 кн. Кн. 3 / Под общ. ред. Григорьева В. А., Зорина В. М., 1989. - 608.
7. 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. Маргулова Тереза Христофоровна. Атомные электрические станции : учеб. для вузов по спец. "Атом. электростанции и установки", "Пр-во и монтаж оборуд. АЭС", "Автоматизация теплоэнерг. процессов" / Тереза Христофоровна Маргулова, 1984. - 304.
9. Промышленные тепловые электростанции : учебник для вузов по спец. "Пром. теплоэнергетика" / В. Н. Юренев; Под общ. ред. Е. Я. Соколова, 1979. - 295.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Рыжкин Вениамин Яковлевич. Тепловые электрические станции : учебник для вузов по спец. "Тепловые электр. станции" / Вениамин Яковлевич Рыжкин, 1987. - 326.
2. Сушко С. Н. Тепловые электрические станции ОЧНИКИ 7 семестр : электронный курс / С. Н. Сушко, 2023
[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=2250>
3. Основы современной энергетики : курс лекций для менеджеров энерг. компаний : в 2 ч. / под общ. ред. Е. В. Аметистова. Ч. 1 : Современная теплоэнергетика / А. Д. Трухний, А. А. Макаров, В. В. Клименко, 2002. - 367.
4. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции : учеб. для теплоэнергет. специальностей вузов / В. Я. Рыжкин, 1967. - 400.
5. Керцелли Л. И. Тепловые электрические станции : учеб. для энергет. вузов и фак. / Л. И. Керцелли, 1956. - 488.

6. Цанев С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" специальности 140101 "Тепловые электрические станции" / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов, 2009. - 578.
7. Кудинов А. А. Тепловые электрические станции : схемы и оборудование : учебное пособие для вузов по специальности 140101 "Тепловые электрические станции", 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. А. Кудинов, 2014. - 323.
8. Теплоэнергетика и теплотехника : справочная серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко и В. М. Зорина. Кн. 3 : Тепловые и атомные электростанции : справочник / М. С. Алхутов [и др.], 2007. - 647.
9. Зорин В. М. Атомные электростанции : учебное пособие для студентов вузов по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления подгот. "Техническая физика" / В. М. Зорин, 2012. - 669.
10. Стерман Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : учеб. для студентов вузов по направлению подготовки "Теплоэнергетика" / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин, 2010. - 463.
11. Баженов М. И. Сборник задач по курсу "Промышленные тепловые электростанции" : учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов / М. И. Баженов, А. С. Богородский, 1990. - 128.
12. Промышленные тепловые электростанции : учебник для энергетических вузов и факультетов / Б. В. Сазанов [и др.]; под общ. ред. Е. Я. Соколова, 1967. - 344.

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 (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
3. Microsoft Windows Professional 8 Russian
4. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
5. Microsoft Office Professional Plus ALNG LicSAPk MVL School A Faculty (79P-03774)_поставка 2010_подписка 2011 и 2012 с/ф №284

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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