

**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
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

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:
Кудряшов Александр
Николаевич
Дата подписания: 27.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Самаркина
Екатерина Владимировна
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сушко Светлана
Николаевна
Дата подписания: 29.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Тепловые двигатели» 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-1.7
ПКС-5 Способность к сбору и анализу данных, проведению расчетов оборудования при проектировании, модернизации объектов теплоэнергетики с проведением предварительного технико-экономического обоснования	ПКС-5.10, ПКС-5.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.11	Анализирует особенности конструкций паровых турбин разных типов и оборудования регенеративных схем. Знает схемы регулирования и защиты паровых турбин	Знать конструктивные особенности паровых турбин разных типов, оборудование регенеративных схем паротурбинных установок, схемы регулирования и защиты паровых турбин Уметь выполнять чертеж паровой турбины в разрезе Владеть навыками чтения схем регулирования и защиты паровых турбин
ПКС-1.7	Знает конструкции и характеристики тепловых двигателей, оценивает влияние изменения параметров пара на мощность и показатели экономичности турбоустановок	Знать конструкции и характеристики тепловых двигателей Уметь пользоваться диаграммой воды и водяного пара Владеть навыками оценки влияния изменения параметров пара на мощность и показатели экономичности турбоустановок
ПКС-5.10	Владеет навыками расчета проточной части паровой турбины на различных режимах работы	Знать методику расчета проточной части паровой турбины на различных режимах работы Уметь проводить поиск, обработку, анализ исходных данных и выполнять расчеты турбин Владеть навыками расчета проточной части паровой турбины
ПКС-5.7	Владеет методикой расчета тепловой схемы регенеративного подогрева питательной воды паровой	Знать методику расчета тепловой схемы регенеративного подогрева основного конденсата и питательной воды паровой турбины,

	турбины. Способен выполнять технико-экономические расчеты турбинных ступеней	методику расчета турбинной ступени Уметь проводить поиск, обработку, анализ исходных данных и выполнять расчеты турбин Владеть навыками расчета регенеративной схемы паровых турбин и ступени турбины
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Тепловые двигатели» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Математика», «Техническая термодинамика», «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика», «Учебная практика: ознакомительная практика», «Производственная практика: первая технологическая практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Тепловые и атомные электростанции», «Оборудование ТЭС», «Эксплуатация турбоустановок», «Режимы работы энергетических установок», «Производственная практика: вторая технологическая практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Аудиторные занятия, в том числе:	112	64	48
лекции	48	32	16
лабораторные работы	16	0	16
практические/семинарские занятия	48	32	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	104	44	60
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 № 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	Введение. Принцип действия тепловых двигателей	1	2							Устный опрос
2	Конструкции паровых и газовых турбин	2	3			1	4			Устный опрос
3	Показатели экономичности тепловых двигателей	3	6			2, 3	8			Устный опрос
4	Преобразование энергии в ступени турбины	4	9					1, 3	28	Тест
5	Характеристики турбинных решеток	5	5			4	6			Устный опрос
6	Определение размеров решеток в ступени	6	7			5, 6, 7	14	2	16	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

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	Многоступенчатые тепловые двигатели	1	3			1, 2	12	2, 4	10	Решение задач
2	Тепловой расчет паровой турбины	2	2					1, 3, 5	50	Устный опрос
3	Тепловые двигатели для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	3	5							Устный опрос
4	Регулирование тепловых двигателей. Схемы масляного хозяйства	4	4	3	5	3	4			Устный опрос
5	Конденсационные устройства тепловых двигателей и условия их	5	2	4	4					Устный опрос

	эксплуатации в переменных режимах									
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		16		9		16		96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Принцип действия тепловых двигателей	Понятия активных и реактивных турбин. Принцип действия активной турбины Лавала и реактивной турбины Парсонса. Классификация паровых и газовых турбин. Понятия номинальной и максимальной мощности турбины
2	Конструкции паровых и газовых турбин	Конструкции конденсационных и теплофикационных турбин и турбин с противодавлением. Конструкции приводных турбин. Конструкции газовых турбин. Особенности конструкций
3	Показатели экономичности тепловых двигателей	Схема простейшей ПТУ. Идеальный цикл Ренкина для ПТУ на насыщенном и перегретом паре. Понятие термического КПД цикла. Процесс расширения пара в турбине в (h-s)-диаграмме. Понятие располагаемого и действительного теплоперепадов и их определение. Эффективность работы турбоустановки. Пути повышения экономичности турбоустановки. Влияние начальных и конечных параметров на КПД идеального цикла. Комбинированная выработка теплоты и электрической энергии. Регенеративный подогрев питательной воды. Тепловые схемы турбоустановок АЭС
4	Преобразование энергии в ступени турбины	Основные уравнения одномерного движения сжимаемой жидкости. Понятие конфузорного и диффузионного течения в каналах. Параметры полного торможения потока и их определение с помощью (h-s)-диаграммы. Кольцевые турбинные решетки. Формы межлопаточных каналов и профилей решеток
5	Характеристики турбинных решеток	Понятие турбинной ступени. Геометрические характеристики ступени. Построение процесса расширения рабочего тела в турбинной ступени в (h-s)-диаграмме. Треугольники скоростей на входе и выходе из рабочих лопаток при расчете турбинных ступеней. Потери энергии в турбинных решетках и ступени. Понятие степени реактивности. Усилия, действующие на рабочие лопатки со стороны потока. Мощность турбинной ступени. Удельная работа

6	Определение размеров решеток в ступени	Определение размеров сопловых и рабочих лопаток для одно- и двухвенечных ступеней. Особенности расчета одно- и двухвенечных ступеней. Особенности расчета размеров решеток при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях. Выбор профилей решеток. Относительные лопаточный и внутренний КПД ступени. Дополнительные потери. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток. Особенности ступеней влажного пара турбин АЭС
---	--	--

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Многоступенчатые тепловые двигатели	Тепловой процесс в многоступенчатой паровой турбине. Коэффициент возврата теплоты. Конструкции уплотнений. Осевые усилия, действующие на ротор турбины
2	Тепловой расчет паровой турбины	Основы выбора конструкции проточной части турбин. Приближенная оценка процесса течения пара в проточной части турбины. Определение расхода пара на турбину. Оценка диаметров, числа ступеней и распределение теплоперепадов по ступеням турбины. Расчет РППВ. Особенности детального расчета проточной части турбины
3	Тепловые двигатели для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	Турбины с противодавлением. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара. Турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара. Турбины с двумя регулируемые отборами пара. Турбины с двумя отопительными отборами пара. Применение встроенных пучков в конденсаторах теплофикационных турбин
4	Регулирование тепловых двигателей. Схемы масляного хозяйства	Простейшая система регулирования частоты вращения. Статическая характеристика. Степени неравномерности и нечувствительности системы регулирования. Параллельная работа турбоагрегатов. Механизм управления турбоагрегатом. Схема регулирования с гидравлическими связями и быстроходным регулятором скорости. Гидродинамические системы регулирования. Требования к системам регулирования и их дополнительные элементы. Защита турбины от разгона, от осевого сдвига, по вакууму
5	Конденсационные устройства тепловых двигателей и условия их эксплуатации в переменных режимах	Схема конденсационной установки. Устройство конденсатора. Конструкции конденсаторов. Воздухоотсасывающие устройства. Тепловые процессы в конденсаторе. Тепловой баланс конденсатора. Тепловой расчет конденсатора. Определение геометрических характеристик. Гидравлическое и паровое сопротивление конденсатора. Воздушная и гидравлическая

		плотность. Основы эксплуатации конденсационных установок
--	--	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение конструкции турбины Р-3,3-120/1,2 П	2
2	Исследование работы РППВ турбоустановки ПТ-60-12,8/1,3	5
3	Анализ системы автоматического регулирования турбоустановки ПТ-60-12,8/1,3	5
4	Исследование конденсационной установки турбоагрегата ПТ-60-12,8/1,3	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Просмотр и обсуждение видеофильма «Конструкция паровой турбины К-800-23,8»	4
2	Расчет тепловых циклов и изучение схем турбинных установок	4
3	Просмотр и обсуждение видеофильма «Циклы ПТУ»	4
4	Расчет профилей решеток	6
5	Просмотр и обсуждение видеофильма «Рабочий процесс в осевой ступени турбины»	4
6	Расчет и проектирование ступени по параметрам на среднем диаметре ступени	6
7	Расчет двухвенечной ступени	4

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Многоступенчатые тепловые двигатели	6
2	Тепловые двигатели для комбинированной выработки теплоты и электроэнергии	6
3	Регулирование тепловых двигателей	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	10
2	Подготовка к практическим занятиям	16

3	Проработка разделов теоретического материала	18
---	--	----

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	10
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	5
3	Подготовка к практическим занятиям	4
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	5
5	Подготовка к экзамену	36

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: просмотр и обсуждение учебных видеofilмов

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:

Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / А. Н. Кудряшов, 2018. - 186 с.

Кудряшов А.Н. Особенности расчета проточной части турбин ТЭС и АЭС: учебное пособие по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019. – 285 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / А. Н. Кудряшов, 2018. - 186 с.

Паровые и газовые турбины: Сб. задач [Текст] : учеб. пособие для вузов по спец "Турбиностроение" / Под. ред. Б. М. Трояновского, Г. С. Самойловича, 1987. - 235 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / А. Н. Кудряшов, 2018. - 186 с.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Турбины тепловых и атомных электрических станций : конспект лекций / А. Н. Кудряшов, 2018. - 202 с.

Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / А. Н. Кудряшов, 2018. - 186 с.

Теплофикационные паровые турбины / Евсей Исаакович Бененсон; Под ред. Д. П. Бузина, 1986. - 270 с

Трухний А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учеб. пособие для вузов по направлению "Энергомашиностроение"... / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин, 2002. - 539 с.

Турбины тепловых и атомных электрических станций : учеб. для вузов по специальности "Тепловые электр. станции" / А. Г. Костюк [и др.], 2001. - 487, [1]

Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара [Текст] : справочник: Табл. рассчитаны по уравнениям Междунар. ассоц. по свойствам воды и водяного пара и рек. Гос. службой стандарт. справ. данных: ГСССД Р-776-98 / А. А. Александров, Б. А. Григорьев, 2006. - 158 с.

Кудряшов А.Н. Особенности расчета проточной части турбин ТЭС и АЭС: Учебное пособие по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019. – 285 с.

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 | Устный опрос

Описание процедуры.

Позволяет не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки. Проводится в виде устных тестов. Обучающийся выбирает один вариант из нескольких предложенных. Но суть в том, что свой ответ он должен обосновать. Опрос занимает минимум времени, используется на этапах повторения и закрепления темы

Критерии оценивания.

Показывает всестороннее и глубокое знание учебного и нормативного материала (зачитывается). Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах (не зачитывается)

6.1.2 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

Тестирование проводится письменно в середине 6 семестра на практическом занятии по теоретической части для определения уровня освоения дисциплины. Каждому студенту выдается набор тестов, в которых необходимо выбрать правильный ответ. После завершения тестирования оценивается уровень остаточных знаний.

Примеры вопросов для тестирования по дисциплине:

1. Что определяет коэффициент скорости?

- Ускорение в лопатках турбинной ступени;
- Потери только в сопловых лопатках;
- Потери только в рабочих лопатках;
- Потери как в сопловых, так и рабочих лопатках.

2. Что такое степень реактивности турбинной ступени?

- Отношение располагаемых теплоперепадов на рабочих лопатках и всей ступени;
- Отношение располагаемых теплоперепадов на сопловых лопатках и всей ступени;
- Отношение располагаемых теплоперепадов предыдущей и последующей ступени.

Критерии оценивания.

Полученные знания оцениваются удовлетворительными, если правильные ответы составляют не менее чем на 75%.

Критерии оценки: полученные знания оцениваются удовлетворительными, если

правильные ответы составляют не менее чем на 75%

6.1.3 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Позволяет не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки. Проводится в виде устных тестов. Обучающийся выбирает один вариант из нескольких предложенных. Но суть в том, что свой ответ он должен обосновать. Опрос занимает минимум времени, используется на этапах повторения и закрепления темы

Критерии оценивания.

Показывает всестороннее и глубокое знание учебного и нормативного материала (зачитывается). Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах (не зачитывается)

6.1.4 семестр 7 | Решение задач

Описание процедуры.

В начале практического занятия следует вспомнить необходимые для решения задач теоретические сведения (работа с аудиторией). Далее разбираются несколько (три, четыре – в зависимости от объема) типовых задач. Приводится (если это необходимо) алгоритм решения типовых задач. Разбираются примеры типовых ошибок. Далее для решения предлагаются более сложные задачи (одна, две), требующие креативного подхода.

- 1 При испытании турбины с противодавлением были измерены параметры пара перед турбиной $P_0=3,4$ МПа, $t_0=435$ 0С и за ней $P_z=0,5$ МПа, $t_0=220$ 0С. Определить относительный внутренний КПД турбины;
- 2 Определить теоретическую скорость выхода пара (без учета потерь) пара из сопловой решетки C_{1t} , если ее располагаемый теплоперепад, отсчитанный от параметров торможения равен $67,0$ кДж/кг;
- 3 Чему равна потеря с выходной скоростью в последней ступени ЦВД паровой турбины К-800-23,7? Расход пара через ступень $G=605,0$ кг/с. Параметры пара за рабочей решеткой $P_2=3,8$ МПа, и $t_2=305$ 0С. Средний диаметр ступени $d=1,05$ м, длина рабочей лопатки $l_2=210$ мм, угол $\beta_2=180$, частота вращения $n=50$ 1/с
- 4 Найти примерное значение оптимального располагаемого теплоперепада ступени, обеспечивающего $\alpha_2=900$. Степень реактивности $\rho=0,20$, коэффициент скорости $\varphi=0,970$. Диаметр ступени $d=1,05$ м, частота вращения $n=86,7$ 1/с, угол $\alpha_1=16$ градусов

Критерии оценивания.

Решение оценивается, если студент решил не менее 75% рекомендованной задачи, правильно изложил все варианты ее решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой теоретические материалы 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 знание конструктивных особенностей турбин разных типов, оборудования регенеративного подогрева, способов регулирования и защиты паровых турбин	защита лабораторных работ, выполнение, оформление и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменационным вопросам
ПКС-1.7	демонстрирует знание конструкций тепловых двигателей, знание влияния изменения параметров пара на экономичность турбоустановок	конспект по самостоятельно изученным некоторым разделам дисциплины, тестирование, устное собеседование
ПКС-5.10	умеет выполнять расчеты проточной части паровой турбины	выполнение практических заданий, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменационным вопросам
ПКС-5.7	умеет выполнять расчет тепловой схемы регенеративного подогрева питательной воды, оценивать технико-экономические показатели ступени	выполнение практических заданий, устное собеседование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Проводится устное собеседование по теоретическим вопросам. Оцениваются знания по ответам по дисциплине. Проверяется наличие выполненных и решенных задач на

практических занятиях, наличие конспекта по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины

Пример задания:

Основные типы стационарных паровых турбин (классификация)
Построение треугольников скоростей на входе и выходе из рабочих лопаток при расчете турбинной ступени

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Наличие конспекта лекций и конспекта по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины, решения задач на практических занятиях. Правильные ответы по теоретическим вопросам не менее чем на 75%	Отсутствие конспекта лекций и конспекта по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины, решения задач на практических занятиях. Правильные ответы по теоретическим вопросам менее чем на 75%

6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

К экзамену допускается студент, выполнивший и решивший задачи на практических занятиях, выполнивший лабораторные работы и защитивший отчеты по ним, выполнивший и защитивший курсовой проект. Проводится устное собеседование по теоретическим вопросам. Студент выбирает билет, в котором включены два вопроса из перечня теоретических вопросов по дисциплине. На подготовку ответов отводится необходимое время. Оцениваются знания по ответам по дисциплине

Пример задания:

1. Основные уравнения одномерного движения сжимаемой жидкости. Понятия конфузорного и диффузорного течения в каналах.
2. Параметры полного торможения потока. Их определения с помощью $h-s$ - диаграммы
3. Геометрические характеристики турбинной решетки и профилей.
4. Понятие турбинной ступени. Ее характеристики, устройство.
5. Преобразование энергии в турбинной ступени (в $h-s$ - диаграмме).
6. Построение треугольников скоростей на входе и выходе из рабочих лопаток при расчете турбинной ступени.
8. Усилия, действующие на, рабочие лопатки со стороны потока.
9. Мощность турбинной ступени. Удельная работа.
10. Относительный лопаточный КПД ступени (активного и реактивного типа).
11. Двухвенечная ступень. Треугольники скоростей.
12. Потери энергии в турбинных решетках.
13. Определение размеров турбинных ступеней (сопловой и рабочей решеток).
14. Относительный внутренний КПД ступени:
 - а) потери трения диска и лопаточного бандажа;
 - б) потери, связанные с парциальным подводом пара;

- в) потери от утечек. Лабиринтовые уплотнения;
- г) потери от влажности.
- 15. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток.
- 16. Тепловой процесс в многоступенчатой турбине. Преимущества и недостатки.
- 17. Коэффициент возврата теплоты.
- 18. Эрозия деталей паровых турбин. Защитные мероприятия.
- 19. Осевые усилия, действующие на ротор турбины. Их снижение.
- 20. Влияние изменения расхода пара на распределение давлений и теплоперепадов по ступеням турбины. Формула Стодола-Флюгеля.
- 21. Работа ступени при нерасчетном режиме. Изменение степени реактивности и КПД ступени при изменении нагрузки.
- 22. Способы парораспределения (дроссельное, сопловое, обводное). Выбор системы парораспределения.
- 23. Регулирование мощности турбины способом скользящего давления
- 24. Расчет проточной части многоступенчатых турбин. Особенности расчета.
- 25. Приближенная оценка процесса течения пара в проточной части турбины.
- 26. Оценка диаметров, числа ступеней и распределение теплоперепадов по ступеням турбины.
- 27. Турбины для комбинированной выработки теплоты и э/э:
 - а) турбины с противодавлением;
 - б) турбины с промежуточным регулируемым отбором пара;
 - в) турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара;
 - г) турбины с двумя регулируемыми отборами пара;
 - д) турбины с двумя отопительными отборами пара;
 - е) применение встроенных пучков в конденсаторах теплофикационных турбин.
- 28. Диаграммы режимов:
 - а) для турбин с противодавлением;
 - б) для турбин с одним регулируемым отбором пара;
 - в) для турбин с двумя регулируемыми отборами пара;
 - г) для турбин с двумя отопительными отборами пара.
- 29. Конденсационные установки паровых турбин. Устройство конденсатора.
- 30. Тепловые процессы в конденсаторе; тепловой баланс конденсатора.
- 31. Конструкции конденсаторов; воздухоотсасывающие устройства; воздушная и гидравлическая плотность.
- 32. Простейшая система регулирования частоты вращения. Статическая характеристика.
- 33. Параллельная работа турбоагрегатов.
- 34. Механизм управления турбоагрегатом.
- 35. Схема регулирования с гидравлическими связями и быстроходным регулятором скорости.
- 36. Гидродинамические системы регулирования.
- 37. Требования к системам регулирования и их дополнительные элементы.
- 38. Защита турбины от разгона.
- 39. Системы маслоснабжения паровых турбин.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно	Твердо знает	Имеет знания только	Не знает значительной

<p>усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение</p>	<p>материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения</p>	<p>основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при ответах по практическому применению навыков</p>	<p>части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает по практическому применению навыков</p>
---	---	--	---

6.2.2.3 Семестр 7, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Оценка по курсовому проектированию проставляется по результатам защиты по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Положительная оценка по дисциплине выставляется только при условии успешной сдачи курсового проекта на оценку не ниже «удовлетворительно». Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, определяется новый срок для его защиты.

Положительная оценка по дисциплине выставляется только при условии успешной сдачи курсового проекта на оценку не ниже «удовлетворительно». Студентам, получившим неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, определяется новый срок для его защиты

Пример задания:

Тепловой расчет паровой турбины К-50-8,8
 Электрическая мощность, $N_{э} = 54$ МВт;
 Начальное давление перегретого пара, $P_0 = 9,0$ МПа;
 Температура перегретого пара, $t_0 = 520$ С;
 Давление в конденсаторе, $P_k = 5,4$ кПа
 Построить процесс расширения пара в h,s - диаграмме; определить расход пара на турбину;
 Определить расходы и параметры пара в регенеративные подогреватели;
 Определить мощности отсеков турбины;
 Выполнить расчет регулирующей ступени с выбором профилей;
 Определить размеры рабочих лопаток, количество турбинных ступеней.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию. Пояснительная записка составлена с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов, последовательно, аккуратно, содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы; Графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением требований ЕСКД. Защита курсового проекта проведена технически грамотно, охватывает все разделы работы. Ответы на все</p>	<p>Курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию. Пояснительная записка составлена с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов, аккуратно, содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, но имеются некоторые замечания; Графическая часть выполнена с незначительными отступлениями от стандартов; При защите курсового проекта доклад студента краток, строен, но допущены</p>	<p>Курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию. Пояснительная записка составлена с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов, аккуратно, содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, записка составлена не последовательно, с ошибками. Графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД. Доклад студента сбивчив, не последователен. На 30-40 % вопросов даны неправильные ответы.</p>	<p>Курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию. Пояснительная записка содержит все необходимые разделы, но составлена не последовательно, с ошибками, без учета требований стандартов по составлению текстовых документов. Доклад студента не последователен, сбивчив, без выделения ключевых моментов. Нет ответов на 50 % и более поставленных вопросов</p>

<p>поставленные вопросы верные, обоснованные и четкие.</p>	<p>неточности в определениях и специальной терминологии. Ответы на все поставленные вопросы верны, обоснованы, но на некоторые из них даны ответы после наводящих вопросов</p>		
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Кудряшов А. Н. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / А. Н. Кудряшов, 2012. - 317.
2. Турбины тепловых и атомных электрических станций [Электронный ресурс] : методические указания по проведению лабораторных работ для студентов специальности 100500 "Тепловые электрические станции" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 41.
3. Кудряшов А. Н. Турбины тепловых и атомных электрических станций : конспект лекций / А. Н. Кудряшов, 2018. - 202.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учеб. для вузов по специальности "Тепловые электр. станции" / А. Г. Костюк [и др.], 2001. - 487, [1].
2. Кудряшов А. Н. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / А. Н. Кудряшов, 2012. - 317.
3. Турбины тепловых и атомных электрических станций [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы студентов по направлению 140100 "Теплоэнергетика", специальности 140101.65 "Тепловые электрические станции" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 25.
4. Турбины тепловых и атомных электрических станций [Электронный ресурс] : конспект лекций / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 177.
5. Турбины тепловых и атомных электрических станций : методические указания для выполнения лабораторных работ "Изучение конструкций деталей и узлов паровых турбин" для бакалавров по направлению 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2014. - 145.
6. Кудряшов А. Н. Турбины тепловых и атомных электрических станций : электронный курс / А. Н. Кудряшов, 2020

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 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
3. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
4. Microsoft Office 2003 rus для ВРТНК
5. Microsoft Office Standard (2007 + 2003)_rus_VLK_для КУИЦ
6. Microsoft Office 2003 Suite SB Edition_для ВРТНК
7. Autodesk AutoCAD 2008
8. Autodesk AutoCAD 2009
9. Autodesk AutoCAD 2010, AutoCAD 2012 поставка 2010
10. CoralDRAW Graphics Suite 2018 Education License (Single User)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедиа-проектор Acer X1261 DLP
2. Экран SHARPMIION 206*274