

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Учебная программа по дисциплине (модулю)
ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.16
Трудоемкость в зачетных единицах	7 семестр – 6 всего – 6
Часов (всего) по учебному плану	216
Лекции	7 семестр – 16 часов всего – 16 часов
Практические занятия	7 семестр – 16 часов всего – 16 часов
Лабораторные работы	7 семестр – 16 часов всего – 16 часов
Консультации по курсовому проекту	7 семестр – 16 часов всего – 16 часов
Самостоятельная работа	7 семестр – 111,7 часов всего – 111,7 часов
включая: курсовая работа	7 семестр – 16 часов всего – 16 часов
Промежуточная аттестация: экзамен защита курсового проекта	7 семестр – 2,8 часа 7 семестр – 4 часа
Контроль: экзамен	7 семестр – 33,5 часа

Волжский 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры ТЭиТТ

(должность, ученая степень, ученое звание)



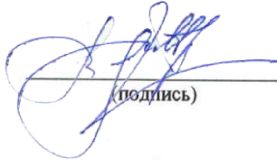
(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ТЭиТТ

(название кафедры)



(подпись)

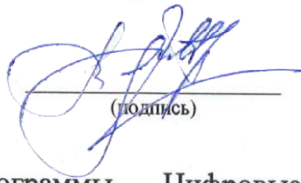
М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика

Доцент кафедры ТЭиТТ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы управления технологическими процессами

Заведующий кафедрой АТП, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

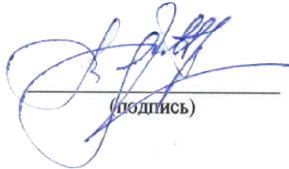
И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ТЭиТТ

(название кафедры)



(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение технологического процесса производства электроэнергии и тепла на тепловых электростанциях, разработка и расчет тепловых схем ТЭС, методики расчета и выбора вспомогательного оборудования электростанций, вопросов компоновки энергоблоков тепловых электростанций..

Задачи дисциплины:

- изучение основных процессов выработки тепла и электрической энергии на ТЭС;
- изучение влияния параметров на тепловую экономичность установок;
- приобретение навыков расчета отдельных элементов принципиальной тепловой схемы и изучение принципов включения оборудования в тепловую схему ТЭС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ИД-1 _{ПК-1.1} Выполняет сбор и анализ данных для исследований по заданной тематике, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	знать: основные характеристики основного тепломеханического оборудования и систем ТЭС уметь: составлять принципиальные тепловые схемы ТЭС
	ИД-2 _{ПК-1.2} Обосновывает выбор целесообразного решения	знать: основные параметры процессов в основном оборудовании ТЭС уметь: рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок
	ИД-3 _{ПК-1.3} Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений.	знать: методику расчета тепловых схем ТЭС уметь: выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование
	ИД-4 _{ПК-1.4} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	знать: методику анализа расчета тепловых схем ТЭС уметь: управлять процессом производства тепла и электроэнергии

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	ИД-5пк-1.5 Осуществляет оперативное управление работой смены цеха (подразделения)	знать: типовые энергетические характеристики энергетического оборудования уметь: анализировать тепловые схемы ТЭС с расчетным определением параметров основного оборудования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профили: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Котельные установки, Турбины ТЭС и АЭС (профиль 1).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего – **216 ч.**

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР		Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Типы ТЭС и АЭС. Параметры парового цикла. Показатели тепловой экономичности	36	7	4	4	4	4	—	—	20	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 12-54. [2], стр. 11-30.		
2	Тепловые схемы ТЭС и АЭС. Методика теплового расчета отдельных элементов ТЭС и АЭС	36	7	4	4	4	4	—	—	20	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 38-54, 158-160. [2], стр. 54-57. [3], стр. 189-197.		
3	Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС. Энергетические показатели ПТУ	36	7	4	4	4	4	—	—	20	—	Изучение теоретического и практического материала: [1], стр. 239-320, 381-408, 420-460. [2], стр. 60-65, 374-394. [3], стр. 197-214.		
4	Выбор оборудования ПТУ. Развернутые тепловые схемы	36	7	4	4	4	4	—	—	20		Изучение теоретического и практического материала: [2], стр. 60-65, 374-394. [3], стр. 197-214.		
5	Курсовой проект	36	7	—	—	—	—	4	0,3	31,7	—	Согласно графику выполнения		
6	Экзамен	36	7	—	—	—	—	—	2,5	—	33,5	Экзамен проводится в письменной форме по билетам согласно программе экзамена		
	Итого за семестр	216	7	16	16	16	16	4	2,8	111,7	33,5			

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2 Краткое содержание разделов

1. Типы ТЭС и АЭС. Параметры парового цикла. Показатели тепловой экономичности

Роль тепловых и атомных электростанций в электроэнергетике. Графики электрических и тепловых нагрузок, их показатели. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла. Типы электростанций и их классификация. Принципиальные тепловые схемы конденсационных ТЭС с турбинами типа К, Т, ПТ, Р. Показатели тепловой экономичности ТЭС. Методы распределения регенеративных отборов в схемах без промперегрева и с промперегревом. Начальные параметры и их влияние на тепловую экономичность КЭС и АЭС. Применение промежуточного перегрева на КЭС и АЭС и его влияние на тепловую экономичность электростанции. Конечные параметры и их влияние на тепловую экономичность. Регенеративный подогрев конденсата и питательной воды на КЭС и его влияние на тепловую экономичность. Принципиальные тепловые схемы АЭС с реакторами ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и РБМК-1000. Одноконтурные и двухконтурные ПТС зарубежных АЭС. Показатели тепловой экономичности АЭС. Особенности организации регенеративного подогрева на АЭС. Методика теплового расчета отдельных элементов ПТС.

2. Тепловые схемы ТЭС и АЭС. Методика теплового расчета отдельных элементов ТЭС и АЭС

Методика теплового расчета отдельных элементов ПТС. Основные положения. Методика расчета ПТС конденсационных паротурбинных установок ТЭС. Методика расчета ПТС паротурбинных установок ТЭЦ.

3. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС. Энергетические показатели ПТУ

Определение КПД и показателей тепловой экономичности ТЭС и АЭС в условиях эксплуатации. Экономия топлива при комбинированном производстве электроэнергии и тепла на теплоэлектроцентралях. Отпуск тепла промышленным потребителям. Отпуск тепла от ТЭЦ на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Графики тепловых нагрузок. Зависимость расхода тепла от температуры наружного воздуха. Особенности выбора начальных и конечных параметров пара на ТЭЦ. Применение регенеративного подогрева и промежуточного перегрева. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ по производству электроэнергии и тепла. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении. Потери пара и конденсата на ТЭС и АЭС. Материальный баланс рабочего тела на электростанции. Сравнение тепловой экономичности установок различных типов. Показатели общей экономичности электростанций. Методы расширения электростанций. Принципиальные схемы надстроек. Особенности методики распределения отборов на полных и неполных надстройках. Определение тепловой экономичности расширяемых электростанций. Модернизация устаревших паротурбинных установок.

4. Выбор оборудования ПТУ. Развернутые тепловые схемы

Нормы технологического проектирования. Выбор мощности ТЭС и резерва мощности. Оценка надежности агрегатов и блоков. Выбор котлов, парогенераторов, турбин. Выбор вспомогательного и общестанционного оборудования ТЭС и АЭС.

3.3. Темы практических занятий

7 семестр

1. Построение принципиальной тепловой схемы ТЭС и АЭС (4 часа).
2. Определение энергетических показателей и показателей тепловой экономичности по мощности турбогенератора и рабочему процессу пара в турбине (4 часа).
3. Разработка и расчет отдельных узлов полной тепловой схемы ТЭС (6 часа).
4. Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования энергоблока (4 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

7 семестр

1. Изучение принципиальных тепловых схем ТЭЦ с поперечными связями (4 часа).
2. Изучение процесса подготовки парового котла к растопке (4 часа).
3. Изучение процесса пуска турбины из неостывшего и горячего состояния (4 часа).
4. Обслуживание котельной и турбинной установки во время ее работы (4 часа).

3.5. Темы расчетных заданий

7 семестр

Не предусмотрено учебным планом

3.6. Темы курсовых проектов или курсовых работ

7 семестр

1. Расчет принципиальной тепловой схемы ТЭС

График выполнения курсового проекта

Неделя	1	2	3	4	Зачетная
Раздел курсового проекта	1,2,3,4	5,6,7	8,9	10	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	35	15	—
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	85	100	—

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Определение параметров пара и воды
2	Тепловые балансы подогревателей высокого давления
3	Определение расходов для расширителя непрерывной продувки
4	Деаэратор питательной воды
5	Деаэратор добавочной воды
6	Расчет подогревателей низкого давления
7	Энергетический баланс турбоагрегата
8	Выбор основного и вспомогательного оборудования
9	Чертежи тепловой схемы энергоблока и продольного разреза главного здания ТЭЦ. Описание энергоблока
10	Оформление пояснительной записки

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)	Индекс компетенции	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Формы контроля
		7 семестр				
		1	2	3	4	
Знать:						
основные характеристики основного тепломеханического оборудования и систем ТЭС	ИД-1 _{ПК-1.1}	X				Тест «Классификация тепловых электрических станций»
уметь:						
составлять принципиальные тепловые схемы ТЭС	ИД-1 _{ПК-1.1}	X				Защита лабораторной работы №1
знать:			X			Тест «Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС»
основные параметры процессов в основном оборудовании ТЭС	ИД-1 _{ПК-1.2}		X		X	Тест «Основные уравнения для потока сжимаемой жидкости »
уметь:						
рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок	ИД-1 _{ПК-1.2}	X	X			Контрольная работа «Построение процесса расширения пара в турбине» Защита лабораторной работы №2
знать:						
методику расчета тепловых схем ТЭС	ИД-1 _{ПК-1.3}				X	Тест «Система оборотного охлаждения ТЭС»
уметь:						
выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование	ИД-1 _{ПК-1.3}		X	X		Тест «Графики тепловых и электрических нагрузок» Защита лабораторной работы №3
знать:						
методику анализа расчета тепловых схем ТЭС	ИД-1 _{ПК-1.4}			X	X	Тест «Показатели тепловой экономичности ТЭС»
уметь:						

управлять процессом производства тепла и электроэнергии	ИД-1 _{ПК-1.4}	X	X	X	X	Защита лабораторной работы №4
знать:						
типовые энергетические характеристики энергетического оборудования	ИД-1 _{ПК-1.5}		X	X	X	Тест «Энергетические характеристики технологического оборудования ТЭС»
уметь:				X		Защита курсового проекта
анализировать тепловые схемы ТЭС с расчетным определением параметров основного оборудования	ИД-1 _{ПК-1.5}		X		X	Защита курсового проекта
			X		X	Защита курсового проекта
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.3.1)</i>		36	36	36	36	

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ)

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

7 семестр

– тестирование:

1. Тест «Классификация тепловых электрических станций»
2. Тест «Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС»
3. Тест «Система оборотного охлаждения ТЭС»
4. Тест «Энергетические характеристики технологического оборудования ТЭС»
5. Тест «Графики тепловых и электрических нагрузок»

– контрольная работы:

1. Контрольная работа «Построение процесса расширения пара в турбине»
– защита лабораторных работ.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

7 семестр

Промежуточная аттестация проводится в форме, указанной в учебном плане: экзамен, защита курсового проекта.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр.

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр и за курсовой проект.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Костюк, А. Г. Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций : учебник для вузов / А. Г. Костюк, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01400-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html>.
2. Трухний, А. Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учебное пособие для вузов / А. Д. Трухний, Б. В. Ломакин. - 2-е изд. , стереот. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01416-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014165.html>.
3. Трухний, А. Д. Основы современной энергетики в 2 т. Том 1. Современная теплоэнергетика : учебник для вузов / А. Д. Трухний, М. А. Изюмов, О. А. Поваров, С. П.

Малышенко; под ред. А. Д. Трухня; под общей редакцией чл. -корр. РАН Е. В. Аметистова - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - 512 с. - ISBN 978-5-383-01043-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010433.html>

4. Зорин, В. М. Атомные электростанции [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Зорин. - Электрон. текстовые дан. - М. : Издат. дом МЭИ. – 2017. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html>.

5. Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 кн. Кн.3. Тепловые и атомные электростанции [Электронный ресурс]: справочная серия / А.В. Клименко, В.М. Зорин. – Электрон. текстовые дан.- М. : Издат. дом МЭИ, 2017. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>.

6. Стерман, Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 6-е изд. , стер. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01419-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

MicrosoftWord, MicrosoftExcel, PowerPoint, Тренажер ТЭЦ с поперечными связями, Тренажер ПГУ

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
База данных Scopus <https://www.scopus.com>
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые электрические станции

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ1	Тест «Классификация тепловых электрических станций».
КМ2	Тест «Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС».
КМ3	Тест «Система оборотного охлаждения ТЭС».
КМ4	Тест «Энергетические характеристики технологического оборудования ТЭС».
КМ5	Тест «Графики тепловых и электрических нагрузок»
КМ6	Контрольная работа «Построение процесса расширения пара в турбине».
КМ7	Выполнение и защита курсового проекта.
КМ 8	Защита лабораторных работ

Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Трудоемкость дисциплины = 6 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ6	КМ7	КМ8	экзамен
1	Типы ТЭС и АЭС. Параметры парового цикла. Показатели тепловой экономичности					+		+	+	+	+
2	Тепловые схемы ТЭС и АЭС. Методика теплового расчета отдельных элементов ТЭС и АЭС		+	+	+		+		+	+	+
3	Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС. Энергетические показатели ПТУ						+		+	+	+
4	Выбор оборудования ПТУ. Развернутые тепловые схемы										
	Минимальный балл за КМ		2	2	2	2	2	6	16	8	20
	Максимальный балл за КМ		4	4	4	4	4	10	20	10	40

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тепловые электрические станции

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения курсового проекта
 КМ-2 Оценка правильности выполнения разделов курсового проекта
 КМ3 Качество оформления пояснительной записки курсового проекта
 КМ4 Качество оформления чертежей

Трудоемкость курсового проекта = 2 з.е.

Номер раздел а	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:				
1	<i>Определение параметров пара и воды</i>		+	+		
2	<i>Тепловые балансы подогревателей высокого давления</i>		+	+	+	
3	<i>Определение расходов для расширителя непрерывной продувки</i>		+	+	+	
4	<i>Деаэратор питательной воды</i>		+	+	+	
5	<i>Деаэратор добавочной воды</i>		+	+	+	
6	<i>Расчет подогревателей низкого давления</i>		+	+	+	
7	<i>Энергетический баланс турбоагрегата</i>		+	+	+	
8	<i>Выбор основного и вспомогательного оборудования</i>		+	+	+	
9	<i>Чертежи тепловой схемы энергоблока и продольного разреза главного здания ТЭЦ. Описание энергоблока</i>		+	+		+
10	<i>Оформление пояснительной записки</i>		+	+	+	
Вес КМ, %:			10	60	10	20

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии,
Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими
процессами**

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Оценочные материалы по дисциплине

Б1.В.16 ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
Знать:		
основные характеристики основного тепломеханического оборудования и систем ТЭС	ПК-1	Тест «Классификация тепловых электрических станций»
основные параметры процессов в основном оборудовании ТЭС	ПК-1	Защита курсовой работы
методику расчета тепловых схем ТЭС	ПК-1	Тест «Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС»
методику анализа расчета тепловых схем ТЭС	ПК-1	Тест «Система оборотного охлаждения ТЭС»
типовые энергетические характеристики энергетического оборудования	ПК-1	Тест «Энергетические характеристики технологического оборудования ТЭС»
Уметь:		
составлять принципиальные тепловые схемы ТЭС	ПК-1	Защита курсовой работы
рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок	ПК-1	Защита курсовой работы
выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование	ПК-1	Контрольная работа «Построение процесса расширения пара в турбине»
управлять процессом производства тепла и электроэнергии	ПК-1	Тест «Графики тепловых и электрических нагрузок»
анализировать тепловые схемы ТЭС с расчетным определением параметров основного оборудования	ПК-1	Защита курсовой работы

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

1. Тест «Классификация тепловых электрических станций»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. Тепловые электрические станции, предназначенные только для производства электроэнергии называют:

- А) Теплоэлектроцентрали
- Б) Конденсационные электростанции
- В) Теплоэлектростанции
- Г) Атомные электростанции

2. Не имеет регенеративных подогревателей высокого давления АЭС:

- А) с реактором типа ВВЭР
- Б) с реактором типа БН
- В) с реактором типа РБМК
- Г) с реактором типа ВК

3. Тепловые электрические станции, на которых отработавший пар наряду с выработкой электроэнергии используется для теплоснабжения называют:

- А) Теплоэлектроцентрали
- Б) Конденсационные электростанции
- В) Теплоэлектростанции
- Г) Атомные электростанции

4. Не является характеристикой тепловой экономичности КЭС:

- А) КПД электростанции
- Б) удельный расход теплоты
- В) удельный расход условного топлива
- Г) удельная выработка электроэнергии

5. Внутренний относительный КПД турбины:

- А) отношение использованного перепада энтальпии к располагаемому
- Б) доля теплоты, превращенной в работу в реальной установке
- В) отношение количества электроэнергии, выработанной 1 кг пара к работе, совершаемой при адиабатическом расширении
- Г) отношение располагаемого перепада энтальпии к использованному

6. При увеличении начальной температуры пара перед турбиной происходит:

- А) снижение термического КПД
- Б) увеличение термического КПД
- В) увеличиваются потери в проточной части турбины
- Г) увеличивается влажность пара

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам тестирования выставляется:

- 5баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 3-4 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 2балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

2. Тест «Влияние начальных и конечных параметров пара на тепловую экономичность ТЭС»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. $\eta = \frac{h_0 - h_{kt}}{h_0 - h'_k} = \frac{H_0}{h_0 - h'_k}$ По какой формуле можно вычислить абсолютный (термический)

КПД идеальной установки:

1.

$$\eta = H_i / H_o$$

2.

$$\eta = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$$

3.

Отметить все правильные ответы.

2. $\eta = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$ По какой формуле можно вычислить относительный внутренний КПД:

1.

$$\eta = H_i / H_o$$

2.

$$\eta = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$$

3.

Отметить все правильные ответы.

3. По какой формуле можно вычислить абсолютный внутренний КПД:

$$\eta = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$$

1.

$$\eta = H_i / H_o$$

2.

$$\eta = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q} 3.$$

Отметить все правильные ответы.

4. Абсолютный электрический КПД определяется по формуле:

$$\eta = \eta_{oi} \eta_m \eta_{\text{эгр}}$$

1.

$$\eta = \eta_t \eta_{oi} \eta_m \eta_{\text{эгр}}$$

2.

Отметить все правильные ответы.

5. Повышение давления свежего пара перед турбиной приводит к:

1. Уменьшению термического КПД цикла.
2. Увеличению термического КПД цикла.
3. Не влияет на изменение термического КПД цикла.
4. Все зависит от функции $\Delta\eta = F(P_0, T_0, P_k)$.

Отметить все правильные ответы.

6. Уменьшение давления свежего пара перед турбиной приводит к:

1. Уменьшению термического КПД цикла.
2. Увеличению термического КПД цикла.
3. Не влияет на изменение термического КПД цикла.
4. Все зависит от функции $\Delta\eta = F(P_0, T_0, P_k)$.

Отметить все правильные ответы.

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 3-4 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий

3. Тест «Система оборотного охлаждения ТЭС»

Тест состоит из 4 вопросов. Время выполнения 20 минут.

Пример варианта теста:

- 1. Система оборотного охлаждения ТЭС представляет собой**
- 2. Системы оборотного охлаждения ТЭС, использующие брызгальные бассейны обладают улучшенными характеристиками вследствие...**
- 3. Вакуумно-конденсационная установка Геллера представляет собой**
- 4. Прямоточная система охлаждения ТЭС представляет собой**

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 2-3 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 2 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

4.Тест «Энергетические характеристики технологического оборудования ТЭС»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

- 1. Весь отработавший пар подается тепловому потребителю в схемах с турбинами:**
 - А) типа ПТ
 - Б) типа Т
 - В) типа Р
 - Г) типа П
- 2. Внутренний относительный КПД турбины:**
 - А) отношение использованного перепада энтальпии к располагаемому
 - Б) доля теплоты, превращенной в работу в реальной установке
 - В) отношение количества электроэнергии, выработанной 1 кг пара к работе, совершаемой при адиабатическом расширении
 - Г) отношение располагаемого перепада энтальпии к использованному
- 3. Производство тепловой энергии превышает производство электрической энергии на АЭС:**
 - А) Нововоронежской
 - Б) Кольской
 - В) Билибинской
 - Г) Белоярской
- 4. Тепловая нагрузка электростанции определяется:**
 - А) Расходом теплоты на производственные процессы
 - Б) Расходом теплоты на производственные процессы и бытовые нужды

В) Расходом теплоты на бытовые нужды

Г) Температурой окружающей среды

5. Коэффициент теплофикации определяется как:

А) Отношение общего количества теплоты к тепловой нагрузке пиковой котельной

Б) Отношение максимального количества теплоты, подводимой к пиковой котельной к общему количеству теплоты

В) Отношение максимального количества теплоты, подводимой к сетевой воде паром из теплофикационных отборов, к общему количеству теплоты

Г) Отношение общего количества теплоты к максимальному количеству теплоты, подводимой к сетевой воде паром из теплофикационных отборов

6. Температура питательной воды не может быть термодинамически оптимальной на АЭС:

А) с реактором типа ВВЭР

Б) с реактором типа БН

В) с реактором типа РБМК

Г) с реактором типа ВК

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;

- 3-4 балла, если правильно выполнено не менее 80% заданий;

- 2 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

Контрольная работа «Построение процесса расширения пара в турбине».

Время выполнения 45 минут.

Выполнить построение процесса расширения пара в турбине согласно заданию. Заданы начальные и конечные параметры пара, КПД отсеков турбины, параметры отборов пара, параметры деаэратора.

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

– 10 баллов, если процесс расширения построен верно и верно определены параметры во всех точках.

– 8 баллов, если процесс расширения построен верно, но параметры определены не точно.

Курсовая работа

Обучающемуся выдается индивидуальное задание.

«Расчет принципиальной тепловой схемы ТЭС»

Провести расчет парового котла согласно разделам курсовой работы.

Численные данные для расчета приведены – в таблице 1 (вариант по предпоследней цифре номера зачетки).

Таблица 1. Численные данные

№п/п	Название турбины	N, МВт	P ₀ , МПа	t ₀ , °C	t _к , °C
------	------------------	--------	----------------------	---------------------	---------------------

1	K-300-23.5-3	300	23,5	550	20
2	K-500-23.5-4	500	23,5	550	12
3	K-800-23.5-5	800	23,5	540	10
4	K-160-12,8-3	160	12,8	565	20
5	K-200-12,8-3	200	12,8	560	20
6	K-215-12,8	215	12,8	540	25
7	T-180/210-12,8-1	180	12,8	555	20
8	T-250/300-23,5-3	250	23,5	540	12
9	T-110/120-12,8-5	110	12,8	550	25
10	T-50/60-12,8-6	50	12,8	555	20
11	P-102/107-12,8/1.45	102	12,8	550	25
12	P-50-12,8/1.27	50	12,8	560	25
13	ПТ-50/60-12,8	50	12,8	565	20
14	ПТ-140/165-12,8	140	12,8	555	20
15	ПТ-60-90	60	8,8	565	25
16	ПТ-65/70-12.8	65	12,8	550	25
17	ПТ-80/100-12.8	80	12,8	540	20

Содержание курсовой работы

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы
1	Определение параметров пара и воды
2	Тепловые балансы подогревателей высокого давления
3	Определение расходов для расширителя непрерывной продувки
4	Деаэратор питательной воды
5	Деаэратор добавочной воды
6	Расчет подогревателей низкого давления
7	Энергетический баланс турбоагрегата
8	Выбор основного и вспомогательного оборудования
9	Чертежи тепловой схемы энергоблока и продольного разреза главного здания ТЭЦ. Описание энергоблока
10	Оформление пояснительной записки

На защите курсовой работы обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по представленной расчетно-пояснительной записке и графическому материалу.

Пример шкалы оценивания КМ

За выполнение курсовой работы выставляется:

- 5 («отлично») баллов, если все задачи курсовой работы выполнены верно, на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
- 4 («хорошо»), если либо в расчете присутствуют ошибки в заключительных действиях, которые не влияют на последующие расчеты; либо неверно указаны

размерности величин; либо размерности величин не указаны; на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;

- 3 («удовлетворительно»), если в расчеты присутствуют ошибки, искажающие результат или исправления грубых ошибок выполнены не с первой попытки; если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

Защита лабораторных работ

1. Изучение принципиальных тепловых схем ТЭЦ с поперечными связями (4 часа).
2. Изучение процесса подготовки котла к растопке (4 часа).
3. Пуск котла на тренажере ТЭЦ с поперечными связями из неостывшего и горячего состояния (4 часа).
4. Обслуживание котельной и турбинной установки во время ее работы (4 часа).
- 5.

Примеры вопросов для защиты:

1. Порядок включения в работу подогревателей высокого давления.
2. Порядок включения в работу подогревателей низкого давления.
3. Порядок включения конденсаторов.
4. Основные узлы конденсационной установки.
5. Основные узлы деаэрационной установки.
6. Оценка влияния тепломеханических показателей на работу котла.

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 4 балла, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов;
- 2-3 балла, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок;
- 1 балл, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

Промежуточная аттестация

Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Типы электростанций и их классификация.
2. Применение промежуточного перегрева на КЭС и АЭС и его влияние на тепловую экономичность электростанции.
3. Начальные параметры и их влияние на тепловую экономичность КЭС и АЭС.
4. Показатели тепловой экономичности АЭС.
5. Методика расчета ПТС паротурбинных установок ТЭЦ.
6. Определение КПД и показателей тепловой экономичности ТЭС и АЭС в условиях эксплуатации.
7. Методы расширения электростанции.

Примеры практических заданий:

1. Определить удельный расход теплоты для паровой турбины без отборов, если известно: начальное давление $p_0=23,5$ МПа; начальная температура $t_0=555^\circ\text{C}$;

энтальпия конденсата $h'_k=135,6$ кДж/кг; давление в конденсаторе $P_k=3,5$ кПа; относительный внутренний КПД $\eta_i=0,827$; механический КПД $\eta_m=0,995$; КПД электрогенератора $\eta_g=0,986$.

2. Для турбоустановки определить термический КПД, если известно: начальное давление $p_0=88$ бар; начальная температура $t_0=545^\circ\text{C}$; давление в конденсаторе $P_k=0,055$ бар; энтальпия конденсата $h_k=139,4$ кДж/кг.
3. Определить относительный электрический КПД для паровой турбины, если известно: мощность на клеммах электрогенератора $N_{\Sigma}=500$ МВт; расход в турбину $G_0=455$ кг/с; начальное давление $p_0=23,5$ МПа; начальная температура $t_0=545^\circ\text{C}$; давление в конденсаторе $p_k=3,5$ кПа.

Время подготовки ответа – 60 минут.

Пример шкалы оценивания КМ

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов