

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

Рабочая программа дисциплины
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
Часов (всего) по учебному плану	216
Лекции	7 семестр – 16 часов
Практические занятия	7 семестр – 16 часов
Лабораторные работы	7 семестр – 16 часов
Консультации по курсовому проекту	7 семестр – 16 часов
Самостоятельная работа	7 семестр – 111,7 часов
включая: курсовая работа	7 семестр – 16 часов
Промежуточная аттестация: экзамен защита курсового проекта	7 семестр – 2,8 часа 7 семестр – 4 часа
Контроль: экзамен	7 семестр – 33,5 часа

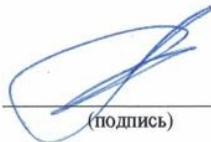
Волжский 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)


Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Теплоэнергетические системы и цифровые технологии

Заведующий НИЛ ЦТ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(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	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
	ПК - 1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения	знать: - основные параметры процессов в основном оборудовании ТЭС уметь: - рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок
	ПК - 1.3. Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений.	знать: - методику расчета тепловых схем ТЭС уметь: выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование
	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
	ПК - 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 базируется на следующих дисциплинах: "Котельные установки", "Турбины ТЭС и АЭС".

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									Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СР			
				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	<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>

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)			
		7 семестр			
		1	2	3	4
Знать:					
основные характеристики основного тепломеханического оборудования и систем ТЭС	ПК - 1.1	X			
уметь:					
составлять принципиальные тепловые схемы ТЭС	ПК - 1.1	X			
знать:			X		
основные параметры процессов в основном оборудовании ТЭС	ПК - 1.2		X		X
уметь:					
рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок	ПК - 1.2	X	X		
знать:					
методику расчета тепловых схем ТЭС	ПК - 1.3				X
уметь:					
выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование	ПК - 1.3		X	X	
знать:					
методику анализа расчета тепловых схем ТЭС	ПК - 1.4			X	X
уметь:					
управлять процессом производства тепла и электроэнергии	ПК - 1.4	X	X	X	X
знать:					
типовые энергетические характеристики энергетического оборудования	ПК - 1.5		X	X	X
уметь:				X	
анализировать тепловые схемы ТЭС с расчетным определением параметров основного оборудования	ПК - 1.5		X		X
			X		X
<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. Трухния; 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:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point, 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>

Базаданных 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