



Министерство науки  
и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
Институт дистанционного  
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИДДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шиндина Т.А.
	Идентификатор	Rd0ad64b2-ShindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
*профессиональной переподготовки*

Наименование программы	Промышленная теплоэнергетика
Форма обучения	очно-заочная
Выдаваемый документ	диплом о профессиональной переподготовке
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Филиал МЭИ в г. Смоленск, Центр подготовки и переподготовки "Энергетик"

Зам. директора ИДДО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Усманова Н.В.
	Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

(подпись)

Н.В.  
Усманова  
(расшифровка  
подписи)

Начальник ОДПО  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крохин А.Г.
	Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

(подпись)

А.Г. Крохин  
(расшифровка  
подписи)

Руководитель Филиал  
МЭИ в г. Смоленск,  
ЦПП "Энергетик"  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Максимкин В.Л.
	Идентификатор	R9e14050c-MaximkinVL-G14050C2

(подпись)

В.Л.  
Максимкин  
(расшифровка  
подписи)

Руководитель  
образовательной  
программы  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Максимкин В.Л.
	Идентификатор	R9e14050c-MaximkinVL-G14050C2

(подпись)

В.Л.  
Максимкин  
(расшифровка  
подписи)

Москва

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** профессиональная переподготовка путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области теплоэнергетики и теплотехники..

### **Программа составлена в соответствии:**

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 14322.03.2018 г. № 50480.

- с Профессиональным стандартом 20.014 «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции», утвержденным приказом Минтруда 08.09.2015 г. № 607н, зарегистрированным в Минюсте России 07.10.2015 г. № 39215, уровень квалификации 6.

- с Профессиональным стандартом 16.064 «Специалист в области проектирования тепловых сетей», утвержденным приказом Минтруда 10.09.2019 г. № 609н, зарегистрированным в Минюсте России 04.10.2019 г. № 56139, уровень квалификации 7.

- с Профессиональным стандартом 24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции», утвержденным приказом Минтруда 04.06.2018 г. № 349н, зарегистрированным в Минюсте России 27.06.2018 г. № 51457, уровень квалификации 7.

**Форма реализации:** обучение в МЭИ.

**Форма обучения:** очно-заочная.

### **Режим занятий:**

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

**Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы:** требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь высшее или среднее профессиональное образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца..

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается диплом о профессиональной переподготовке установленного образца.

**Срок действия итоговых документов**

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
<p>ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Типовые методики расчетов элементов теплоэнергетических систем;</li> <li>- Методики проектирования объектов теплоэнергетики;</li> <li>- Типовые методики обоснования систем теплоэнергетики;</li> <li>- Физическую сущность тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать современные источники для сбора информации;</li> <li>- Пользоваться нормативной документацией.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Современными методами поиска и обработки информации;</li> <li>- Современными методами пользования нормативной документацией и прочими ресурсами;</li> <li>- Навыками проектирования элементов и технологических энергосистем в целом с использованием технической и нормативной документации;</li> <li>- Способностью проводить расчеты по типовым методикам;</li> <li>- Способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.</li> </ul>
<p>ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Современные способы получения, преобразования, транспортировки и применения тепловой энергии;</li> <li>- Типовые методики гидравлических и тепловых расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта энерго- и теплоносителей.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проводить гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энерго- и теплоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации;</li> <li>- Составлять структурные схемы элементов оборудования и технологических энергосистем получения и транспортировки тепловой энергии.</li> </ul>

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методами проведения гидравлических и тепловых расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта энерго- и теплоносителей с использованием нормативной документации.</li> </ul>
<p>ОПК-5: Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Номенклатуру и свойства применяемых конструкционных материалов;</li> <li>- Методики расчета параметров конструкционных материалов теплотехнических систем;</li> <li>- Методики расчета динамических и тепловых нагрузок;</li> <li>- Методики определения тепловых потерь.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определять тепловые нагрузки теплотехнических систем;</li> <li>- Определять свойства и параметры конструкционных материалов;</li> <li>- Определять тепловые нагрузки и потери теплотехнических систем.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками расчета и анализа тепловых нагрузок и потерь в теплотехнических системах;</li> <li>- Способностью учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических системах.</li> </ul>
<p>ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплоэнергетики</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные источники научно-технической информации по материалам в области метрологического обеспечения при производстве и потреблении тепловой энергии;</li> <li>- Современные методы, применяемые в информационно-измерительных системах.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать, обобщать и анализировать справочную и научно-техническую информацию в области метрологии и технических измерений;</li> <li>- Выполнять необходимые метрологические измерения и расчеты.</li> </ul>

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методами поиска и анализа справочной и научно-технической информации;</li> <li>- Методами оценки качества технических средств измерений;</li> <li>- Методами оценки эффективности типовых информационно-измерительных систем и технологий;</li> <li>- Методами измерения, считывания показаний и анализа результатов технических измерений.</li> </ul>
ОПК-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные методы и способы получения, хранения и обработки информации;</li> <li>- Способы применения средств вычислительной техники для работы с информацией.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Пользоваться средствами автоматизации для расчета и проектирования технологического оборудования;</li> <li>- Использовать информационные технологии и средства получения, обработки и хранения информации для решения технических задач в области теплоэнергетики и теплотехники.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методами, способами и средствами обработки и хранения информации с использованием современных систем автоматизации для индивидуального принятия решений в области теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- Способностью проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.</li> </ul>

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации 6.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
20.014 «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции»	

<p>ПК-548/А/01.5/1 способен выполнять простые работы по обеспечению работников по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС стандартами и регламентами деятельности</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Внесение изменений в тепловые, электрические и другие технологические схемы обслуживаемых объектов по указанию руководителя или инженера более высокой квалификации;</li> <li>- Выполнение чертежей тепловых, электрических и других технологических схем.</li> </ul> <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выполнять чертежи и читать тепловые, электрические и другие технологические схемы.</li> </ul> <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основы тепломеханики, электротехники, гидравлики; технологический процесс производства тепловой и электрической энергии;</li> <li>- Назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования;</li> <li>- Технологические схемы обслуживаемых объектов;</li> <li>- Назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования;</li> <li>- Правила эксплуатации тепломеханического оборудования;</li> <li>- Требования охраны труда для работников, обслуживающих тепломеханическое оборудование;</li> <li>- Требования промышленной безопасности, пожарной безопасности и взрывобезопасности, охраны труда при эксплуатации тепломеханического оборудования;</li> <li>- Правила выполнения тепловых, электрических и других технологических схем, обозначения на технологических схемах, стандарты выполнения конструкторской документации.</li> </ul>
<p>16.064 «Специалист в области проектирования тепловых сетей»</p>	
<p>ПК-717/В/02.6/1 способен выполнять гидравлический расчет тепловой сети</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ и сбор данных для выполнения гидравлического расчета тепловой сети;</li> <li>- Определение диаметров трубопроводов по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давления в сети или на отдельных участках тепловой сети;</li> <li>- Определение потерь давления энергоносителя при прохождении через участок трубопроводной сети;</li> <li>- Определение величины падения давления на каждом участке трубопроводной сети;</li> <li>- Оформление расчетов и составление пояснительной записки.</li> </ul>

	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определять необходимые данные для выполнения гидравлического расчета тепловой сети;</li> <li>- Применять основные зависимости и методики выполнения гидравлических расчетов тепловой сети;</li> <li>- Применять профессиональные компьютерные программные средства для выполнения гидравлического расчета тепловой сети;</li> <li>- Использовать информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования;</li> <li>- Применять профессиональные компьютерные программные средства для оформления расчетов тепловой сети и составления пояснительной записки.</li> </ul> <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методики выполнения гидравлического расчета;</li> <li>- Величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов материалов трубопроводов;</li> <li>- Правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию;</li> <li>- Правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации;</li> <li>- Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей;</li> <li>- Правила выполнения работ на особо опасных, технически сложных и уникальных объектах;</li> <li>- Специальные компьютерные программы для выполнения работ по проектированию тепловых сетей;</li> <li>- Номенклатура современных материалов и изделий, используемых при строительстве теплосетей;</li> <li>- Технологии строительства тепловых сетей.</li> </ul>
<p>24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции»</p>	



ПК-1186/А/01.6/1 способен осуществлять техническую поддержку эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара	Трудовые действия: - Выявление отклонений от графиков выполнения технических мероприятий, указанных в эксплуатационных и противоаварийных циркулярах, касающихся обслуживания оборудования; - Проведение регистрации и технического освидетельствования оборудования и трубопроводов; - Ведение учета аварий и отказов в работе оборудования в соответствии с действующими инструкциями, режимными картами; - Выполнение работ при режимных и пусконаладочных испытаниях; - Выполнение оперативных распоряжений вышестоящего оперативного персонала и административно-технического руководства.
	Умения: - Анализировать данные измерений параметров и результатов проверок, опробований, испытаний оборудования; - Применять меры для обеспечения сохранности оборудования и условий его безопасной эксплуатации; - Применять информационные технологии, оргтехнику и средства связи.
	Знания: - Принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения; - Основы ядерной физики и термодинамики; - Основы электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки; - Методические и нормативные правовые акты по эксплуатации оборудования и коммуникаций; - Информационные технологии и программное обеспечение; - Требования охраны труда; - Основные положения и правила культуры безопасности.

## 2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

В результате освоения дополнительной образовательной программы «Промышленная теплоэнергетика» слушатель должен быть готов к области профессиональной деятельности, объектам и задачам.

**Область/сферы** профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки включает:

- Область профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки включает: - Строительство и жилищно-

коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники); - Электроэнергетика (в сферах теплоэнергетики и теплотехники); - Атомная промышленность (в сфере эксплуатации тепломеханического и теплообменного основного и вспомогательного оборудования)..

- В результате освоения дополнительной образовательной программы профессиональной переподготовки «Промышленная теплоэнергетика» слушатель должен обладать способностями к выполнению нового вида деятельности в сфере «Теплоэнергетика и теплотехника»..

**Объектами** профессиональной деятельности являются:

- Объектами профессиональной деятельности являются: - теплопотребляющее оборудование (отопительное, испарительное, сушильное, ректификационное, выпарное и другое оборудование); - источники энергии (котельные и ТЭЦ, теплонасосные установки, компрессорные, кислородные и насосные станции); - трубопроводные сети для транспортировки энергоносителей..

Выпускник программы должен уметь решать профессиональные **задачи** по видам профдеятельности:

*производственно-технологический:*

- контроль соблюдения технологической дисциплины;
- контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве.

*научно-исследовательский:*

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

*проектно-конструкторский:*

- участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования;
- расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений.

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать способностями к выполнению **нового вида деятельности** соответствующего присваиваемой **квалификации (не предусмотрено)**.

### **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))**

#### **3.1. Трудоемкость программы**

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **31,7** зачетных единиц;

**1141** ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации		
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль			текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
1	Физико-химические основы подготовки топлива, воды и очистки промышленных стоков	53	24	22			2	29			Зачет с оценкой	
1.1.	Органическое топливо. Основы горения	9	4	4				5				
1.2.	Показатели качества воды	6	2	2				4				
1.3.	Предварительная очистка воды	9	4	4				5				
1.4.	Обработка воды методами ионного обмена	12	6	6				6				
1.5.	Химическое обессоливание	9	4	4				5				
1.6.	Мембранные технологии водоподготовки	8	4	2			2	4				
2	Основы трансформации тепла	68	34	32			2	34			Зачет с оценкой	
2.1.	Циклы	6	2	2				4				

	холодильных машин. Классификация трансформаторов тепла											
2.2.	Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла	1 4	8	8				6				
2.3.	Каскадные рефрижераторные установки	8	4	4				4				
2.4.	Основные элементы трансформаторов тепла. Хладоагенты и хладоносители	9	4	4				5				
2.5.	Сорбционные трансформаторы тепла	1 1	6	6				5				
2.6.	Струйные трансформаторы тепла	8	4	4				4				
2.7.	Вихревые трансформаторы тепла	5	2	2				3				
2.8.	Газовые трансформаторы тепла. Трансформаторы тепла, работающие по квазициклу	7	4	2			2	3				
3	Гидрогазодинамика	6 0	34	32			2	26			Экзамен	
3.1.	Основы гидростатики	1 8	10	10				8				
3.2.	Основы кинематики и динамики жидкости и газа	2 2	12	12				10				
3.3.	Критерии подобия. Пограничные слои	2 0	12	10			2	8				
4	Теоретические основы теплотехники	7 5	38	36			2	37			Зачет с оценкой	
4.1.	Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Теплоемкость газов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы. Цикл	1 9	10	10				9		Расчетное задание		

	Карно и его разновидности										
4.2.	Водяной пар. Параметры водяного пара. TS и hS-диаграммы водяного пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара	9	4	4			5				
4.3.	Паросиловой цикл Карно. Цикл Ренкина с перегревом пара	9	4	4			5				
4.4.	Основы теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Теплопередача	21	12	12			9				
4.5.	Теплоотдача при свободном движении жидкости	6	2	2			4				
4.6.	Основные понятия теплообмена излучением. Законы теплового излучения	11	6	4		2	5				
5	Теплогенерирующие установки	57	32	30		2	25			Зачет с оценкой	
5.1.	Теплогенерирующие устройства и их использование в промышленной теплоэнергетике	6	2	2			4				
5.2.	Паровые котлы. Схема производства пара на ТЭС	8	4	4			4				
5.3.	Виды топлива и их характеристики. Топливо-транспортное хозяйство	8	4	4			4				
5.4.	Горение топлива. Уравнение теплового баланса котла	15	10	10			5				



	воздухоснабжения группы цехов									курсово й работы	
9	Технологические энергоносители предприятий	1 1 1	52	50			2	59		Экзамен	
9.1.	Виды, классификация и характеристика энергоносителей технологических энергосистем предприятий	1 2	5	5				7			
9.2.	Системы воздухоснабжения	2 9	14	14				15			
9.3.	Системы газоснабжения	1 2	5	5				7			
9.4.	Системы технического водоснабжения	2 9	14	14				15			
9.5.	Системы холодоснабжения	2 9	14	12			2	15			
10	Измерительные приборы в теплоэнергетике	8 7	46	44			2	41		Зачет с оценкой	
10.1	Измерение температур. Виды погрешностей	2 5	14	14				11			
10.2	Методы и средства измерения давления, расхода и уровня	2 0	10	10				10			
10.3	Измерение расхода. Сужающие устройства. Типы расходомеров. Уровнемеры	2 0	10	10				10	Расчетное задание		
10.4	Газоанализаторы. Методы анализа растворов	2 2	12	10			2	10			
11	Тепломассообменное оборудование предприятий	8 7	46	44			2	41		Экзамен	
11.1	Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий	7	4	4				3			
11.2	Виды и методы расчета теплообменного оборудования	1 2	6	6				6	Расчетное задание		
11.3	Рекуперативные теплообменные	1	7	7				6			

	аппараты	3										
11.4	Регенеративные теплообменные аппараты	1 3	7	7			6					
11.5	Смесительные теплообменники	1 0	5	5			5					
11.6	Выпарные установки	1 0	5	5			5					
11.7	Сушильные установки	1 0	5	5			5					
11.8	Перегонные и ректификационные установки	1 2	7	5		2	5					
12	Реконструкция парового котла при переводе его на новый состав или вид топлива	0	0							Защита курсовой работы		
13	Котельные установки и парогенераторы	1 0 5	48	46		2	57			Экзамен		
13.1	Классификация парогенераторов и технологическая схема производства пара	1 3	5	5			8					
13.2	Камерное сжигание топлива	2 2	12	12			10					
13.3	Температурный режим поверхностей нагрева	8	2	2			6					
13.4	Парогенерирующие и пароперегревательные поверхности	2 2	12	12			10					
13.5	Низкотемпературные поверхности нагрева	1 6	7	7			9					
13.6	Паровые котлы	1 1	4	4			7					
13.7	Водогрейные котлы	1 3	6	4		2	7					
14	Инженерные сети зданий и сооружений	6 6	32	30		2	34			Зачет с оценкой		
14.1	Характеристика и классификация систем отопления. Схемы теплоснабжения зданий	2 1	12	12			9					
14.2	Назначение и	1	4	4			6					



.	классификация систем вентиляции. Оборудование систем вентиляции	0										
14.3	Системы водопровода и канализации зданий и сооружений	1 3	6	6			7					
14.4	Системы газоснабжения и кондиционирования	1 0	4	4			6					
14.5	Пожаробезопасность зданий. Экология зданий и сооружений	1 2	6	4			2 6					
15	Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий	6 2	30	28			2 32			Зачет с оценкой		
15.1	Понятие энергетического баланса. Этапы составления энергобаланса	1 2	6	6			6					
15.2	Иерархическая структура энергетического баланса. Увязка уровней в энергобалансе. Особенности методов составления энергобалансов	9	4	4			5					
15.3	Разработка алгоритмов реализации энергобалансов на ЭВМ	1 2	6	6			6					
15.4	Принципы составления энергобалансов конструктивных элементов теплоэнергетического оборудования	9	4	4			5					
15.5	Применение энергетических балансов для расчета процессов и схем теплоэнергетически	9	4	4			5					

	х установок										
15.6	Применение энергетических балансов для распределения нагрузки между агрегатами теплоэнергетических установок	1 1	6	4			2	5			
16	Основы инженерного проектирования теплоэнергетических систем	5 9	28	26			2	31		Зачет с оценкой	
16.1	Инженерное проектирование. Законодательно-нормативная база проектирования	1 1	4	4				7			
16.2	Программные средства для научно-технических расчетов и их применение для моделирования, теоретического и экспериментального исследования систем энергообеспечения	2 1	12	12				9			
16.3	Технико-экономическое обоснование проектных разработок и их оптимизация	1 7	8	8				9			
16.4	Методы нечеткой логики при проектировании СТЭСШ	1 0	4	2			2	6			
17	Итоговая аттестация	6 2	26	22			4	36			Итоговая аттестационная работа
	<b>ИТОГО:</b>	<b>1 1 4 1</b>	<b>57 2</b>	<b>54 0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>56 9</b>	<b>0</b>		

### 3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

## Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Физико-химические основы подготовки топлива, воды и очистки промышленных стоков	
1.1.	Органическое топливо. Основы горения	Органическое топливо. Состав исходного органического материала. Бассейновая классификация каменных углей. Теоретическое разложение твердого топлива. Основы горения. Жидкое топливо. Газообразное топливо.
1.2.	Показатели качества воды	Технологические показатели качества воды. Углекислое разложение. Влияние примесей на работу источников тепловой энергии.
1.3.	Предварительная очистка воды	Предварительная очистка воды. Свойства коллоидных растворов. Условия протекания коагуляции.
1.4.	Обработка воды методами ионного обмена	Методы осаждения. Измерения технологических показателей качества воды. Ионный обмен. Катионит и катионирование.
1.5.	Химическое обессоливание	Химическое обессоливание. Схемы полного химического обессоливания. Регенерация фильтров.
1.6.	Мембранные технологии водоподготовки	Мембранные методы очистки воды. Удаление газов из воды. Химические методы удаления газов из воды. Обработка воды в магнитном и акустическом поле.
2.	Основы трансформации тепла	
2.1.	Циклы холодильных машин. Классификация трансформаторов тепла	Термодинамические основы холодильных машин. Классификация трансформаторов тепла. Работа идеального парожидкостного трансформатора тепла по обратному циклу Карно.
2.2.	Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла	Парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла (холодильные и теплонасосные установки). Принципиальная схема и процессы работы. Температурные уровни подвода и отвода теплоты. Регенеративный теплообмен в парожидкостных компрессионных трансформаторах тепла. Многоступенчатые парожидкостные компрессионные трансформаторы тепла.
2.3.	Каскадные рефрижераторные установки	Каскадные рефрижераторные установки. Применение двухступенчатых теплонасосных установок в системах теплоснабжения.
2.4.	Основные элементы трансформаторов тепла. Хладоагенты и хладоносители	Общая характеристика рабочих веществ трансформаторов тепла. Хладоагенты. Кривоагенты. Рабочие вещества абсорбционных установок. Хладоносители. Нагнетательные и расширительные машины трансформаторов тепла. Назначение и классификация. Основные методы регулирования

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		трансформаторов тепла. Характеристики основных элементов трансформаторов тепла. Изменение работы испарителя, конденсатора, охладителя и компрессора при работе трансформатора тепла в нерасчетных условиях. Условия устоявшегося режима.
2.5.	Сорбционные трансформаторы тепла	Сорбционные трансформаторы тепла. Назначение и классификация. Работа идеального абсорбционного трансформатора тепла по повышающей и расщепительной схемам.
2.6.	Струйные трансформаторы тепла	Струйные трансформаторы тепла. Назначение и классификация. Типы струйных трансформаторов тепла. Пароэжекторная холодильная установка. Струйный компрессор.
2.7.	Вихревые трансформаторы тепла	Вихревые трансформаторы тепла. Процессы работы идеальной вихревой трубы. Реальная (действительная) вихревая труба.
2.8.	Газовые трансформаторы тепла. Трансформаторы тепла, работающие по квазициклу	Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Назначение и классификация. Идеальные газовые циклы со стационарными процессами. Газовый обратный цикл с регенеративным теплообменом. Реальные газовые трансформаторы тепла. Реальная газовая холодильная установка с вакуумным квазициклом.
3.	Гидрогазодинамика	
3.1.	Основы гидростатики	Предмет и задачи курса в области теплоэнергетики. Краткий исторический обзор развития гидрогазодинамики. Основные физические свойства жидкости. Сжимаемость, вязкость, текучесть. Гидростатика. Понятие элементарного объема. Силы и напряжения. Закон Паскаля. Уравнение Эйлера статического равновесия жидкости в скалярной и векторной форме. Режимы течений. Общие понятия о потерях напора. Распределение скоростей в трубах круглого сечения при ламинарном и турбулентном режимах течения.
3.2.	Основы кинематики и динамики жидкости и газа	Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент трения. Среднерасходная скорость и коэффициент Кориолиса при ламинарном режиме течения в круглых трубах. Обобщения на трубопроводах произвольных сечений. Практические способы определения коэффициента трения. Понятие о гидравлически гладких поверхностях. Графики Кольбрука. Общие понятия о гидравлическом расчете трубопроводов. Формула Шези и использование ее для расчета трубопроводов. Классификация местных

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		гидравлических сопротивлений. Потери напора при внезапном расширении или сужении трубопровода. Потери напора в диффузорах и конфузорах. Оптимальный угол раскрытия диффузора. Уравнения движения вязкой сжимаемой жидкости в напряжениях. Гипотезы о законах вязкого трения. Уравнение Навье-Стокса.
3.3.	Критерии подобия. Пограничные слои	Использование методов гидродинамического подобия для решения задач гидродинамики. Условия гидродинамического подобия течений. Критерии подобия, их физический смысл. Общие сведения о течении вязкой жидкости в пограничном слое. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Положение точки перехода ламинарного слоя в турбулентный. Коэффициент трения. Сопротивление тел, обтекаемых вязкой жидкостью.
4.	Теоретические основы теплотехники	
4.1.	Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Теплоемкость газов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы. Цикл Карно и его разновидности	Предмет термодинамики; уравнения состояния идеального и реального газа. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Теплоемкость газов. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы. Цикл Карно и его разновидности, теорема Карно. Основные термодинамические процессы идеальных газов и их характеристики.
4.2.	Водяной пар. Параметры водяного пара. TS и hS-диаграммы водяного пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара	Водяной пар. Параметры водяного пара. TS и hS-диаграммы водяного пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара.
4.3.	Паросиловой цикл Карно. Цикл Ренкина с перегревом пара	Паросиловой цикл Карно. Цикл Ренкина с перегревом пара
4.4.	Основы теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	Основы теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность плоской стенки. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Конвективный теплообмен: основные понятия и определения.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	Условия однозначности. Теплопередача	Теплопередача. Понятие гидродинамического и теплового пограничного слоя. Теплообмен при турбулентном и ламинарном течении.
4.5.	Теплоотдача при свободном движении жидкости	Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Дифференциальные уравнения пограничного слоя.
4.6.	Основные понятия теплообмена излучением. Законы теплового излучения	Основные понятия теплообмена излучением. Коэффициенты поглощения, пропускания и отражения. Монохроматическое и интегральное излучение. Законы теплового излучения: закон Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Ламберта, Кирхгофа. Угловые коэффициенты излучения. Геометрические свойства лучистых потоков.
5.	Теплогенерирующие установки	
5.1.	Теплогенерирующие устройства и их использование в промышленной теплоэнергетике	Теплогенерирующие установки промышленных предприятий. Назначение, классификация.
5.2.	Паровые котлы. Схема производства пара на ТЭС	Принцип работы и схемы парового котла. Технологическая схема производства пара на ТЭС. Технологическая схема производства пара в барабанных котлах. Основные характеристики парового котла.
5.3.	Виды топлива и их характеристики. Топливо-транспортное хозяйство	Состав и технические характеристики используемого топлива. Топливо-транспортное хозяйство и пылеприготовление на угольных электростанциях. Топливо-транспортное хозяйство газомазутных электростанций
5.4.	Горение топлива. Уравнение теплового баланса котла	Состав, объем продуктов сгорания. Общее уравнение теплового баланса. Сжигание твердого топлива в камерных топках. Сжигание жидкого и газового топлива в топках.
5.5.	Системы газоздушного тракта котлов. Аэродинамический расчет	Системы газоздушного тракта котлов. Аэродинамические сопротивления. Аэродинамический расчет воздушного тракта.
5.6.	Паровые котлы. Водогрейные котлы	Водотрубные паровые котлы малой производительности. Паровые котлы с рабочим давлением до 2,4 МПа. Водогрейные котлы. Водогрейные котлы тепловой мощностью до 30 Гкал/ч.
6.	Тепловые двигатели и нагнетатели	
6.1.	Принцип действия	Предмет и задачи дисциплины. Объемные нагнетатели.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	нагнетательных и расширительных машин	Классификация объемных нагнетателей. Области применения различных конструкций объемных нагнетателей. Области применения поршневых компрессоров. Работа цикла идеального поршневого компрессора. Степень повышения давления, удельная работа, производительность при одностороннем и двухстороннем подводе газа и мощность идеальной поршневой машины.
6.2.	Компрессоры и насосы	<p>Анализ работы цикла идеального поршневого компрессора при изотермном, адиабатном и политропном процессах сжатия газа в ступени. Определение мощности привода идеальной машины при различных процессах сжатия. Использование H-S для расчета поршневых машин. Термический цикл реального поршневого компрессора. Влияние мертвого пространства, гидравлических сопротивлений газовых трактов и клапанов на работу цикла. Индикаторная диаграмма и работа цикла. Производительность реального поршневого компрессора. Коэффициент подачи, влияние мертвого пространства, начальных условий и гидравлических сопротивлений на производительность реального поршневого компрессора. Предельная степень повышения давления в одноступенчатом поршневом компрессоре. Многоступенчатое сжатие в поршневых компрессорах. Принципиальная схема промежуточного охлаждения. Оптимальное распределение степеней повышения давления в многоступенчатых компрессорах. Компрессорная установка. Баланс мощности компрессорной установки. Изотермический, адиабатный и политропный КПД компрессора. Характеристики поршневых компрессоров. Последовательность термодинамического расчета цикла поршневого компрессора. Особенности конструктивного выполнения поршневых компрессоров. Области применения крейскопфных и безкрейскопфных машин. Компоновка поршневых групп, системы смазки, конструкции клапанов. Маркировка поршневых компрессоров. Основные элементы проектирования поршневых компрессоров. Компрессорные установки, состав и назначение элементов компрессорной установки с объемными и турбокомпрессорами. Основные особенности конструктивного исполнения фильтров,</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>влаго-маслоудалителей, концевых и промежуточных охладителей. Системы охлаждения компрессоров: открытые, закрытые, с промежуточным теплоносителем. Открытые и закрытые градирни. Утилизация теплоты охлаждения.</p>
6.3.	<p>Паровые и газовые турбины</p>	<p>Классификация паровых турбин. Тепловая схема паротурбинной установки. Пути повышения эффективности цикла Ренкина. Влияние на термический КПД параметров цикла. Использование регенерации. Система оценки эффективности паровых турбин. Абсолютные и относительные КПД. Удельный расход пара, удельный расход топлива. Термический анализ процесса расширения пара в сопловом и рабочем аппаратах ступени паровой турбины. Использование полных (заторможенных) параметров для расчета сопловых аппарат паровых турбин. Уравнение количества движения. Аналитический способ определения полных параметров. Термодинамический анализ процесса расширения пара в ступени паровой турбины. Потери в сопловом и рабочем аппаратах и с выходной скоростью. Уравнение сохранения энергии для турбин. Частные случаи для сопловых и рабочих аппаратов. Основное уравнение турбомашин (турбинное уравнение Эйлера) для нагнетателей и турбин.</p>
6.4.	<p>Двигатели внутреннего сгорания</p>	<p>Кинематика турбомашин. Распределение скоростей и давлений в реактивных и активных ступенях турбомашин. Относительный лопаточный КПД активной ступени паровой турбины. Анализ относительных долей потерь (соплового и рабочего аппарата и с выходной скоростью) активной ступени паровой турбины. Анализ относительного лопаточного КПД ступени паровой турбины. Оптимальное значение <math>X_1</math>. Зависимость относительного лопаточного КПД, потерь в сопловых и рабочих аппаратах и с выходной скоростью активной ступени паровой турбины от <math>X_f</math>. Относительный лопаточный КПД реактивной ступени паровой турбины. Оптимальное значение <math>X_f</math> для реактивной паровой турбины. Зависимость относительного лопаточного КПД реактивной ступени турбины от <math>X_f</math>. Сравнение активных и реактивных ступеней паровых турбин. Обобщенная связь относительного лопаточного и внутреннего КПД паровой турбины. Потери протечек в уплотнениях, дискового трения, конденсации пара.</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
7.	Источники и системы теплоснабжения предприятий	
7.1.	Тепловая нагрузка потребителей	Классификация тепловой нагрузки. Методы расчета норм расхода тепла. Определение количества тепла на отопление, вентиляцию и ГВС. Расчет расходов тепла по укрупненным показателям. Годовые расходы тепла. Графики продолжительности тепловой нагрузки. Назначение. Принципы построения.
7.2.	Классификация систем теплоснабжения	Классификация систем теплоснабжения. Классификация центральных котельных. Принципиальная схема паровой и водогрейной котельных.
7.3.	Классификация центральных котельных. Тепловые схемы котельных	Компоновка оборудования центральной котельной. Тепловой расчет паровой котельной. Основные режимы, для которых производится расчет тепловой схемы котельной.
7.4.	Основное и вспомогательное оборудование центральных котельных	Основное и вспомогательное оборудование котельной. Выбор оборудования.
7.5.	Водяные системы теплоснабжения	Водяные системы теплоснабжения. Классификация водяных систем теплоснабжения. Закрытые водяные системы теплоснабжения. Способы присоединения потребителей к закрытым системам теплоснабжения. Открытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к открытым системам теплоснабжения.
7.6.	Паровые системы теплоснабжения	Паровые системы теплоснабжения. Способы присоединения потребителей к паровым системам теплоснабжения. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения. Основные преимущества воды как теплоносителя по сравнению с паром.
7.7.	Гидравлический расчет тепловых сетей. Пьезометрический график	Задачи гидравлического расчета. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Линейное и местное падение давления. Гидравлический расчет паровых сетей и конденсатопроводов. Гидравлический расчет закольцованных сетей. Пьезометрический график. Назначение. Принципы построения. Способы поддержания давления в "нейтральных" точках. Выбор схемы присоединения абонентских установок к тепловым сетям. Определение параметров сетевых и подпиточных насосов.
7.8.	Оборудование тепловых сетей. Опоры и	Оборудование тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов. Конструкции теплопроводов. Подземные

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	компенсаторы	теплопроводы в проходных, полупроходных и непроходных каналах. Бесканальные подземные теплопроводы. Надземные теплопроводы. Опоры теплопроводов. Назначение и классификация. Типы и назначение компенсаторов. Конструктивный расчет компенсаторов.
8.	Технологические энергоносители предприятий	
8.1.	Виды, классификация и характеристика энергоносителей технологических энергосистем предприятий	Современные масштабы и перспективы производства и потребления энергоносителей на промышленных предприятиях. Обобщенное понятие о системе и энергоносителях. Показатели и характеристики системы. Методы оценки эффективности систем и их элементов.
8.2.	Системы воздухообеспечения	Системы воздухообеспечения.
8.3.	Системы газоснабжения	Потребление газа в технологических системах. Схемы снабжения предприятий природным газом.
8.4.	Системы технического водоснабжения	Основные направления использования воды на промышленных предприятиях. Прямоточные и оборотные системы водоснабжения. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения. Насосные станции систем водоснабжения.
8.5.	Системы холодоснабжения	Характеристики потребителей искусственного холода на предприятиях. Станции и цеха централизованной выработки холода для предприятий.
9.	Измерительные приборы в теплоэнергетике	
9.1.	Измерение температур. Виды погрешностей	Температура и способы ее измерения. Классификация средств измерения температуры. Стекланные жидкостные термометры. Манометрические термометры. Термоэлектрические термометры. Термоэлектрические цепи. Удлиняющие термоэлектродные провода. Милливольтметры. Компенсационный метод измерения термо-ЭДС. Автоматические потенциометры. Термометры сопротивления. Измерение сопротивления термометров. Мостовые схемы измерения сопротивления. Логометры. Пирометры. Методы измерения температуры по излучению. Устройство пирометров.
9.2.	Методы и средства измерения давления, расхода и уровня	Измерение давления, расхода и уровня. Измерительные преобразователи и схемы дистанционной передачи. Передающие преобразователи с магнитной компенсацией. Ферромагнитные преобразователи. Электросиловые преобразователи.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Тензопреобразователи. Жидкостные манометры и дифманометры. Деформационные манометры и дифманометры. Грузопоршневые, электрические и другие манометры.
9.3.	Измерение расхода. Сужающие устройства. Типы расходомеров. Уровнемеры	Измерение расхода по перепаду давления в сужающем устройстве. Градуировочные характеристики сужающих устройств. Методика использования сужающих устройств. Погрешность измерения расхода. Расходомеры постоянного перепада давления. Ротаметры. Тахометрические расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Измерение расхода и количества теплоты. Измерение уровня. Уровнемеры с визуальным отсчетом. Гидростатические, поплавковые и буйковые уровнемеры. Емкостные уровнемеры. Индуктивные уровнемеры. Термокондуктометрические уровнемеры. Измерение уровня сыпучих материалов. Измерение влажности.
9.4.	Газоанализаторы. Методы анализа растворов	Анализ состава газов. Объемные химические газоанализаторы. Тепловые газоанализаторы. Магнитные газоанализаторы. Оптические газоанализаторы. Хроматографические газоанализаторы. Электрические газоанализаторы. Методы анализа состава жидкостей. Кондуктометрический метод анализа растворов. Оптический метод анализа состава жидкостей.
10.	Тепломассообменное оборудование предприятий	
10.1.	Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий	Теплопередающие и теплоиспользующие установки. Классификация теплообменных аппаратов. Аппараты периодического и непрерывного действия. Классификация теплоиспользующих установок.
10.2.	Виды и методы расчета теплообменного оборудования	Виды расчета теплообменников. Классификация методов расчета теплообменных аппаратов. Основные инженерные методы расчета теплообменных аппаратов. Оптимизация конструктивных и режимных параметров при расчете тепломассообменного оборудования.
10.3.	Рекуперативные теплообменные аппараты	Рекуперативные теплообменные аппараты, их классификация, назначение и области применения. Основные конструкции. Схемы относительного движения теплоносителей. Распределение температур в трубах и каналах теплообменников. Теплообменные аппараты с оребрением. Рекуперативные

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		теплообменники периодического действия. Тепловые трубы. Теплообменные аппараты на тепловых трубах.
10.4.	Регенеративные теплообменные аппараты	Регенеративные теплообменные аппараты. Теплообменники с неподвижной и подвижной насадками. Виды применяемых насадок. Изменение температур в насадке регенеративного теплообменника. Коэффициент аккумуляции насадки. Тепловой расчет регенеративных теплообменников. Виды теплообмена в регенераторе. Влияние характеристик насадки на тепловую эффективность регенератора.
10.5.	Смесительные теплообменники	Смесительные теплообменные аппараты. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Скрубберы Вентури. Контактные аппараты с активной насадкой (КТАН). Расчет смесительных теплообменников. Диаграмма «энтальпия-влажность» (H-d) влажного воздуха. Основные процессы обработки воздуха в H-d диаграмме. Процессы обработки воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах. Тепловой баланс смесительного аппарата. Построение процесса изменения состояния воздуха в смесительном теплообменнике. Деаэраторы, их назначение, виды, конструкции, принципы действия, основы расчета.
10.6.	Выпарные установки	Выпарные, опреснительные, кристаллизационные и испарительные установки, их назначение, виды и принцип действия. Основные конструкции выпарных аппаратов. Свойства растворов. Тепловые схемы выпарных и опреснительных установок, методика расчета. Материальный и тепловой балансы. Температурные депрессии. Особенности расчета греющих камер. Выпарные аппараты адиабатного вскипания. Аппараты погружного горения. Область их применения.
10.7.	Сушильные установки	Сушильные установки. Понятие о процессе сушки. Виды сушки материалов. Сушильные установки, их конструкции и принцип действия. Сушильные агенты. Основы кинетики и динамики сушки. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. Построение процесса сушки в H-d диаграмме влажного газа. Способы интенсификации процесса сушки.
10.8.	Перегонные и ректификационные	Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	установки	перегонки и ректификации. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей, их построение. Основы кинематики массообмена. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Флегмовое число. Принципиальные схемы абсорбционных установок. Материальный и тепловой баланс абсорбера.
11.	Котельные установки и парогенераторы	
11.1.	Классификация парогенераторов и технологическая схема производства пара	Функциональное назначение парогенераторов, их виды. Принципиальная схема и работа паровых котлов с естественной, вынужденной циркуляцией и прямоточных котлов. Основные характеристики, маркировки парогенераторов. Технологическая схема производства пара, ее работа, функциональное назначение ее элементов. Работа парогенератора в этой схеме, требования, предъявляемые к парогенератору. Достоинства и недостатки термодинамического цикла схемы.
11.2.	Камерное сжигание топлива	Сжигание топлива в камерных топках и их классификация. Зависимость удельного тепловыделения от коэффициента избытка воздуха. Распределение температуры в топочной камере. Адиабатическая температура в топке. Определение энерговыделения и ее значение в топочной камере. Горелочные устройства. Типы, конструкции, принцип действия, технические характеристики. Расположение горелочных устройств в котле. Конструкции факельных топок с твердым шлакоудалением. Условия эффективного горения твердого топлива, величина $q_4$ , $q_3$ для разных топлив. Зависимость энерговыделения на длительность пребывания частиц в топочной камере. Область применения. (2 часа). Факельные топки с жидким шлакоудалением, описание конструкции и зон состояния шлака и золы, достоинства и недостатки топок. Значение температур и энерговыделения в топках, величина $q_4$ , $q_3$ . Область применения. Вихревые топки (циклонные, с пересекающимися струями), описание конструкции, принцип работы, технические характеристики. Область применения.
11.3.	Температурный режим поверхностей нагрева	Режимы течения пароводяной смеси, параметры течения. Условия охлаждения металла поверхностей нагрева. Изменение температуры по водопаровому тракту барабанного котла.
11.	Парогенерирующие и	Тепловосприятие парогенерирующих поверхностей и их

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
4.	пароперегревательные поверхности	компоновка. Гладкотрубные топочные экраны, схема расположения экранов. Газоплотные сварные, шиповые экраны. Конструкции и типы пароперегревателей. Конвективные, радиационные, ширмовые. Компоновка, схемы, расположение, область применения.
11.5.	Низкотемпературные поверхности нагрева	Условия работы, компоновка. Распределение температурных напоров при одноступенчатой, двухступенчатой компоновке. Виды экономайзеров. Виды воздухоподогревателей. Характеристики трубчатых, конструкция, температура подогрева воздуха. Регенеративные воздухоподогреватели, принципиальная схема, работа, характеристики.
11.6.	Паровые котлы	Конструкции, принцип работы, технические характеристики, область использования паровых котлов серии Е, ДЕ, КЕ, ДКВР, К-50-40-1, БМ-35, БКЗ-210-140 ТПЕ-208.
11.7.	Водогрейные котлы	Назначение, классификация, принцип работы, конструкции, маркировка, теплопроизводительность водогрейных котлов: чугунные секционные водогрейные котлы котлы серии ТВГ, КВ-ТСВ, КВ-ТС-10, -20, -30; ПТВ-30, -50; КВ-ГМ-10, -20, -30; КВ-ГМ-50 -100, -180. (4 часа).
12.	Инженерные сети зданий и сооружений	
12.1.	Характеристика и классификация систем отопления. Схемы теплоснабжения зданий	Централизованное и индивидуальное теплоснабжение зданий. Принципиальная схема ЦТП. Характеристика и классификация систем отопления. Основные схемы систем отопления. Тепловой режим отапливаемого помещения. Особенности расчетных условий теплообмена на ограждающих поверхностях. Тепловая мощность систем отопления. Расчет теплопотерь зданий. Схемы водяного отопления. Гидравлический расчет системы водяного отопления.
12.2.	Назначение и классификация систем вентиляции. Оборудование систем вентиляции	Назначение и классификация систем вентиляции. Определение расчетного воздухообмена. Естественная и механическая вентиляция. Расчет систем вентиляции. Оборудование систем вентиляции.
12.3.	Системы водопровода и канализации зданий и сооружений	Системы водопровода и канализации зданий и сооружений. Схемы внутреннего водопровода. Гидравлический расчет водопровода. Очистка вод из природных источников и сточных вод. Оборудование водопроводных сетей.
12.	Системы газоснабжения	Сведения о природных газах. Газораспределительные

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
4.	и кондиционирования	пункты. Внутридомовые газопроводы. Оборудование систем газоснабжения. Кондиционирование воздуха. Системы кондиционирования и их оборудование.
12. 5.	Пожаробезопасность зданий. Экология зданий и сооружений	Пожаробезопасность зданий. Системы дымоудаления. Требования и контроль за системами дымоудаления. Экология зданий и сооружений: выбросы вредных веществ в атмосферу, сбросы загрязненных стоков, утилизация отходов.
13.	Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий	
13. 1.	Понятие энергетического баланса. Этапы составления энергобаланса	Методы анализа и синтеза теплотехнических систем. Понятие энергетических балансов систем теплоэнергоснабжения. Этапы составления энергобалансов. Принципы работы и способы построения. Оценка погрешности при составлении энергетических балансов.
13. 2.	Иерархическая структура энергетического баланса. Увязка уровней в энергобалансе. Особенности методов составления энергобалансов	Устойчивость решения теплоэнергетических задач. Иерархическая структура энергобалансов сложных объектов. Увязка уровней в иерархической сложной модели. Особенности методов составления энергетических балансов.
13. 3.	Разработка алгоритмов реализации энергобалансов на ЭВМ	Статистические математические модели; их особенности. Динамические математические модели; их особенности. Разработка алгоритмов реализации энергетических балансов на ЭВМ. Использование готовых оболочек и программ математического обеспечения ЭВМ для построения алгоритма решения и программы расчетов различных энергобалансов.
13. 4.	Принципы составления энергобалансов конструктивных элементов теплоэнергетического оборудования	Принципы построения энергобалансов конструктивных элементов теплоэнергетического оборудования. Оптимизация конструкции элементов теплоэнергетических систем. Выбор функции и метода решения
13. 5.	Применение энергетических балансов для расчета процессов и схем теплоэнергетических установок	Применение энергетических балансов для расчета процессов и схем теплоэнергетических установок.
13. 6.	Применение энергетических балансов	Применение энергетических балансов для распределения нагрузки между агрегатами тепловых электрических

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	для распределения нагрузки между агрегатами теплоэнергетических установок	станций.
14.	Основы инженерного проектирования теплоэнергетических систем	
14.1.	Инженерное проектирование. Законодательно-нормативная база проектирования	Общие сведения о проектировании. Особенности проектирования теплоэнергетических систем. Задачи и методы инженерного проектирования. Общая характеристика ЕСКД. Стадии разработки. Законодательно-нормативная база проектирования. Специализированные проектные организации. Состав нормативной базы проектирования. Этапы проектирования в строительстве. Порядок обоснования инвестиций в строительство.
14.2.	Программные средства для научно-технических расчетов и их применение для моделирования, теоретического и экспериментального исследования систем энергообеспечения	Системы автоматизированного проектирования теплоэнергетических систем предприятий. Иерархия состава САПР СТЭСПП и их инвариантная структура; Создание чертежей в среде AutoCAD. Автоматизированное создание чертежей в AutoCAD с применением пакетных файлов. Применение математического пакета MatLAB для подготовки пакетных файлов AutoCAD. Математическое обеспечение задач проектирования. Математические методы, применяемые при выполнении проектных работ. Аппроксимация экспериментальных данных. Роль и место технических и оптимизационных расчетов при выполнении проектов.
14.3.	Технико-экономическое обоснование проектных разработок и их оптимизация	Технология выполнения и оформления технической документации на проектируемый объект. ГОСТ 7.32-2001. Комплектация проектно-конструкторской документации для энергетических установок и систем теплоэнергоснабжения предприятий. Расчет надежности ТЭС. Основные понятия теории надежности. Характеристика стандарта ССНТ. Анализ надежности ТЭС на основе графа перехода состояний. Методы обеспечения надежности на различных этапах жизненного цикла ТЭС.
14.4.	Методы нечеткой логики при проектировании СТЭСПП	Методы учета неопределенности исходной информации на различных стадиях проектирования СТЭСПП. Применение методов нечеткой логики при проектировании СТЭСПП.
15.	Проект системы воздухообеспечения группы цехов	



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
16.	Реконструкция парового котла при переводе его на новый состав или вид топлива	

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
<i>Не предусмотрено</i>	

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

##### 5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

##### 5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

##### 5.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *итоговой аттестационной работы*. Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

##### 5.4. Независимый контроль качества обучения

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

## **6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) литература НТБ МЭИ:

*Не предусмотрено*

б) литература ЭБС и БД:

1. Анискевич Ю. В.- "Приборы и методы измерения теплотехнических величин", Издательство: "БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова", Санкт-Петербург, 2012 - (117 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63681;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63681)

2. Григорьев Б.А. , Цветков Ф.Ф. - "Тепломассообмен", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (562 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72294;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72294)

3. Данилов О. Л., Гаряев А. Б., Яковлев И. В., Клименко А. В.- "Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (424 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72344;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72344)

4. Кириллин В.А. , Сычев В.В. , Шейндлин А.Е. - "Техническая термодинамика", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (496 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72305;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72305)

5. Клименко А.В.- "Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент.", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
[https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011690.html;](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011690.html)

6. Козырь И. Е., Пикалова И. Ф., Ханов Н. В.- "Практикум по гидравлике", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2016 - (176 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72985;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72985)

7. Копылов А.С. , Лавыгин В.М. , Очков В.Ф. - "Водоподготовка в энергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (310 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72208;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72208)

8. Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С.- "Теплотехника", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2012 - (208 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3900;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900)

9. Лебедев В. М., Приходько С. В.- "Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2017 - (212 с.)  
[https://e.lanbook.com/book/91071;](https://e.lanbook.com/book/91071)

10. Логинов В. С., Крайнов А. В., Юхнов В. Е., Феоктистов Д. В., Шабунина О. С.- "Примеры и задачи по тепломассообмену", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (256 с.)  
[https://e.lanbook.com/book/206057;](https://e.lanbook.com/book/206057)

11. Малышенко С.П.- "Основы современной энергетики Том 1. Современная теплоэнергетика", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
[https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html;](https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html)

12. Парамонов А. М., Стариков А. П.- "Системы воздухообеспечения предприятий", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2011 - (160 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1801](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1801);
13. Сазанов Б. В., Ситас В. И.- "Промышленные теплоэнергетические установки и системы", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (275 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72273](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72273);
14. Соколов Е.Я.- "Теплофикация и тепловые сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>;
15. Цанев С.В. , Буров В.Д. , Земцов А. С., Осыка А. С.- "Газотурбинные энергетические установки", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2011 - (428 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72219](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72219);
16. Цирельман Н. М.- "Техническая термодинамика", (2-е изд., доп.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (352 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/107965>;
17. Э. У. Ямлеева- "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учебно-практическое пособие", Издательство: "Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ)", Ульяновск, 2010 - (143 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363093>.

в) используемые ЭБС:

1. Научная электронная библиотека  
<https://elibrary.ru/>;
2. ЭБС Лань  
<https://e.lanbook.com/>;
3. ЭБС "Университетская библиотека онлайн"  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).

## **6.2. Кадровое обеспечение**

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

## **6.3. Финансовое обеспечение**

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложении Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

#### 6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении 3.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

#### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа актуализирована и утверждена	20.02.2023

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Максимкин В.Л.
	Идентификатор	R9e14050c-MaximkinVL-G14050C2

(подпись)

В.Л.  
Максимкин

(расшифровка  
подписи)