



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	Rd0ad64b2-5hindaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

<b>Наименование программы</b>	Методы энергосбережения и повышения энергоэффективности в промышленной энергетике
<b>Форма обучения</b>	заочная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	не присваивается
<b>Центр ДО</b>	Кафедра "Промышленных теплоэнергетических систем"

Зам. директора ИДДО

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

Н.В. Усманова

Начальник ОДПО

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

А.Г. Крохин

Начальник ФДО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Малич Н.В.
	Идентификатор	R13696f6e-MalichNV-45fe3095

Н.В. Малич

Руководитель ПТС

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390ed6

А.Я.  
Шелгинский

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390ed6

А.Я.  
Шелгинский

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** повышение квалификации путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области промышленной теплоэнергетики.

**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 16.014 «Специалист по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей», утвержденным приказом Минтруда 11.04.2014 г. № 246н, зарегистрированным в Минюсте России 27.05.2014 г. № 32444, уровень квалификации 6.

**Форма реализации:** обучение с использованием исключительно дистанционных образовательных технологий.

**Форма обучения:** 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:** лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу должны иметь высшее или среднее профессиональное образование.

**Выдаваемый документ:** при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации 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
ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать: - методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
	Уметь: - проводить теоретические и экспериментальные исследования.
	Владеть:

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

Уровень квалификации 5.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
16.014 «Специалист по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей»	
ПК-78/А/03.5/1 способен осуществлять работу по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей	Трудовые действия: - Координация работы производственного персонала по техническому обслуживанию и ремонту трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры, металлоконструкций, сальниковых компенсаторов и другого оборудования тепловых сетей, согласно утвержденным планам-графикам.
	Умения: - Осуществлять руководство персоналом при проведении работ по эксплуатации и ремонту трубопроводов и оборудования тепловых сетей.
	Знания: - Постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные документы по вопросам выполняемой работы.

**2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой 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:

- **2,6** зачетных единиц;

**94** 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	Методы энергосбережения и повышения энергоэффективности в промышленной энергетик	9 2	55			55		37			Нет		
1.1.	Источники и системы теплоснабжения	9	5			5		4		Тести рован ие			
1.10	Котельные установки, Тепловые двигатели и нагнетатели	8	5			5		3		Тести рован ие			
1.11	Информационные технологии по совершенствованию систем теплоснабжения	8	5			5		3		Тести рован ие			
1.2.	Тепломассообменное оборудование	8	5			5		3		Тести рован			

	предприятий									ие		
1.3.	Тепловые пункты. Диспетчеризация	8	5			5		3		Тести рован ие		
1.4.	Энергосбережение в теплотехнологических системах	9	5			5		4		Тести рован ие		
1.5.	Автоматизированные системы управления технологическими процессами	9	5			5		4		Тести рован ие		
1.6.	Водоподготовка и защита от коррозии	8	5			5		3		Тести рован ие		
1.7.	Монтаж и эксплуатация промышленного оборудования	8	5			5		3		Тести рован ие		
1.8.	Электроснабжение и электрооборудование предприятий.	9	5			5		4		Тести рован ие		
1.9.	Основы трансформации теплоты	8	5			5		3		Тести рован ие		
2	Итоговая аттестация	2	2				2					Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>94</b>	<b>57</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>2</b>	<b>37</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.	Методы энергосбережения и повышения энергоэффективности в промышленной энергетик	
1.1.	Источники и системы теплоснабжения	Назначение, структура и классификация систем теплоснабжения. Местное и централизованное теплоснабжение. Потребители теплоты, источники ее генерации и тепловые сети – основные структурные составляющие систем теплоснабжения. Системы комбинированного и раздельного производства теплоты и электроэнергии. Источники генерации теплоты в системах теплоснабжения. Производственные и отопительные котельные. Их назначение и области

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>рационального использования. Принцип выбора основного и вспомогательного оборудования котельных. Тепловые схемы котельных и методы их расчета. Энергетические, экологические и экономические показатели котельных. Основные направления их энергетического совершенствования. Паротурбинные и газотурбинные ТЭЦ – энергетически наиболее эффективный источник генерации теплоты в системах централизованного теплоснабжения. Назначение и классификация ТЭЦ. Энергетические и экологические преимущества комбинированного способа выработки теплоты и электроэнергии. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ и их расчет. Влияние изменения: начальных параметров пара, используемого на ТЭЦ; параметров пара, отпускаемого из отборов турбины; степени регенеративного подогрева питательной воды на энергетические показатели паротурбинных ТЭЦ. Системы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ. Методика выбора основного и вспомогательного оборудования. Методика определения расхода топлива, потребляемого на ТЭЦ, и распределение его затраты между производством отпущенной теплоты и производством отпущенной электроэнергии. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной выработки теплоты и электроэнергии. Перспективы их использования на ТЭЦ и для надстройки котельных. Особенности использования ВЭР для производства теплоты и электроэнергии в утилизационных котельных и ТЭЦ. Тепловые сети. Назначение и классификация тепловых сетей. Паропроводы и водяные сети. Открытые и закрытые водяные сети. Однотрубные и многотрубные тепловые сети. Методы регулирования отпуска теплоты из систем теплоснабжения. Качественный и количественный методы отпуска теплоты в тепловых сетях. Температурные графики регулирования отпуска теплоты из водяных тепловых сетей для каждого типа ее потребителей. Методы регулирования отпуска теплоты из паровых тепловых сетей. Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Гидравлический режим работы сетей. Пьезометрические графики в тепловых сетях. Способы поддержания давления в «нейтральных» точках тепловых сетей. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих и конденсатных насосов. Тепловой и прочностной расчеты тепловых сетей. Основы выбора трассы и способов прокладки тепловых сетей. Изоляционные конструкции теплопроводов. Методика их теплового расчета. Определение тепловых потерь участка тепловой сети и падения температур теплоносителя по их длине. Прочностной расчет участков тепловых сетей с выбором типов и количеств подвижных и неподвижных опор, способов компенсации температурных расширений, видов и конструкций регулирующей арматуры. Новые прогрессивные способы прокладки и изоляции тепловых сетей. Характеристика и состояние магистральных и межквартальных тепловых сетей. Основные причины и статистические показатели аварийности сетей. Контроль и диагностика тепловых сетей и их элементов. Общие вопросы. Методы неразрушающего контроля. Кавитация и гидравлический удар. Общие определения. Каверны. Паровая кавитация. Газовая кавитация. Условия возникновения кавитации. Число кавитации. Последствия кавитации. Гидравлический удар. Прямой гидравлический удар. Непрямой гидравлический удар. Причины возникновения гидравлического удара. Последствия гидравлического удара. Программы и организация испытаний, наладки и ремонтов тепловых сетей. Прием в эксплуатацию. Проведение испытаний. Ремонт тепловых сетей и тепловых пунктов.</p>
1.2.	Тепломассообменное оборудование предприятий	<p>Основные виды и классификация теплообменного оборудования. Теплопередающие и теплоиспользующие установки. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия (рекуперативные, регенеративные, смесительные). Аппараты периодического и непрерывного действия. По виду взаимного движения теплоносителей – прямоточные, перекрестного тока, противоточные. Классификация теплоиспользующих установок по назначению: выпарные и кристаллизационные, сушильные, перегонные, ректификационные, адсорбционные. Теплоносители, их свойства и характеристики. Ориентировочные значения</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>коэффициентов теплоотдачи. Рабочие температуры и давления. Рекомендуемые скорости движения основных теплоносителей в теплообменных аппаратах.</p> <p>Рекуперативные теплообменные аппараты. Назначение и области применения рекуперативных теплообменников, их классификация. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые. Другие конструкции рекуперативных теплообменников.</p> <p>Вида расчета теплообменников: тепловой конструктивный, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический. Схемы относительного движения теплоносителей.</p> <p>Распределение температур в трубах и каналах теплообменников. Эффективность теплообменников.</p> <p>Методы интенсификации теплообмена</p> <p>Последовательность теплового конструктивного расчета.</p> <p>Особенности расчета теплообменников с фазовыми переходами теплоносителя. Расчет теплообменников с оребрением. Расчет теплообменников с влаговыведением. Рекуперативные теплообменники периодического действия. Температурные графики и расчет рекуперативных теплообменников периодического действия. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов; основные конструкции, принцип действия. Регенеративные теплообменные аппараты. Область применения регенеративных теплообменников. Преимущества и недостатки регенеративных теплообменников по сравнению с рекуперативными. Конструкции и принцип действия регенеративных теплообменников. 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. Объемный коэффициент теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе. Температурный гистерезис. Сравнение тепловой эффективности работы регенератора и рекуператора</p>
1.3.	Тепловые пункты.	Тепловые пункты. Назначение и классификация

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	Диспетчеризация	<p>тепловых пунктов. Центральные и индивидуальные тепловые пункты (ЦТП и ИТП). Объемно-планировочные и конструктивные решения. Присоединение систем потребления теплоты к тепловым сетям. Схемы подсоединения систем отопления: зависимые и независимые. Схемы ЦТП и ИТП: с одноступенчатым параллельным присоединением подогревателей горячего водоснабжения; с двухступенчатым последовательным присоединением подогревателей горячего водоснабжения; с двухступенчатым смешанным присоединением подогревателей горячего водоснабжения. Методы регулирования отпуска теплоты. Основные пути повышения точности и надежности регулирования. Оборудование, трубопроводы, арматура и тепловая изоляция. Водоподогреватели. Насосы. Диафрагмы и элеваторы. Баки и грязевики. Трубопроводы и арматура. Тепловая изоляция. Водоподготовка. Отопление, вентиляция, водопровод и канализация тепловых пунктов. Требования по снижению уровней шума и вибрации от работы насосного оборудования. Диспетчеризация систем теплоснабжения. Принципы диспетчеризации. Автоматизация и контроль. Диспетчерский контроль и управление центральными тепловыми пунктами. Современные концепции распределительных систем управления, построения автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов. Многофункциональные комплексы программно-аппаратных средств для построения распределительных систем управления.</p>
1.4.	Энергосбережение в теплотехнологических системах	<p>Федеральный закон «Об энергосбережении». Основные направления научно-технического процесса в энергосбережении на федеральном уровне. Структурные реформы в РФ и их влияние на политику энергосбережения на региональном уровне. Нормативно-правовая и нормативно-техническая основа энергосбережения. Нормативная база национального уровня в России на современном этапе: источники и виды документов, устойчивость структуры и другие особенности документооборота. Вопросы преемственности (СССР, Россия и проч.) качественная оценка информационных объемов. Состав и границы компетенции нормативных документов</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Госэнергонадзора. Роль и значение региональных нормативных документов. Их связь с общенациональным уровнем. основные направления регионального нормирования. Условная производственная ситуация и модель нормативного регулирования. Нормативная база субъекта Федерации на примере г.Москвы. Задачи региональных информационных центров. Роль новых информационных технологий. Методика и организация проведения энергоаудита. Виды энергоаудита, основные этапы организации и проведения работ по экспресс-аудиту и углубленному обследованию энергохозяйств предприятий и организаций. Методика экспресс-аудита. Основные цели и задачи. Методика сбора информации о потреблении энергоресурсов и основном энергопотребляющем оборудовании. Анализ энергетических показателей энергоиспользования организаций и его отдельных подразделений. Заключение по результатам экспресс-энергоаудита и основные выводы. Методика углубленного обследования энергохозяйства организаций. Основные цели и задачи углубленного обследования. Организация учета котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха. Энергетический паспорт предприятий и объектов ЖКХ. Содержание расчетно-пояснительной записки и форм паспорта. Методика разработки баланса котельно-печного топлива на основе расчетных и расчетно-опытных методов. Анализ расходной части баланса. Методика разработки баланса электрической энергии. Анализ расходной части баланса. Энергосберегающие мероприятия по снижению расходов воды. Эффективность использования энергии и типовые энергосберегающие приемы в теплофикации и тепловых сетях. Эффективность использования энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве и типовые энергосберегающие мероприятия. Приборное обеспечения энергоаудита. Типовые объекты, задачи и специфика диагностических измерений на предприятиях. Методы и средства измерений. Выбор средств измерений для оценки параметров тепловых и электрических систем, расхода жидкостей, скорости потоков воздуха, температуры, освещенности. Мобильные диагностические лаборатории.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Энергосберегающие программы и проекты. Эффективные демонстрационные зоны высокой энергетической эффективности. Техничко-экономическая оценка инвестиционных энергосберегающих проектов. Бизнес-проекты энергосберегающих проектов. Предпочтительные варианты внедрения энергосберегающих проектов. Информационные проекты в области рационального энергоиспользования и энергосбережения.</p>
1.5.	Автоматизированные системы управления технологическими процессами	<p>Основные понятия управления: объект управления, цель управления, качество управления. Роль управления в обеспечении функционирования технических и социальных систем. Система «производство, организация, управление». Иерархическая структура системы управления. Автоматическое и автоматизированное управление. Системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные системы управления (АСУ). Виды АСУ. Автоматизированные системы управления производством (АСУП), автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), интегрированные автоматизированные системы управления (ИАСУ). Управляющие, информационные и вспомогательные функции АСУТП. Применение ЭВМ в АСУТП. Функциональная структура АСУТП. Условия полной автоматизации управления. Технологический объект управления (ТОУ). Свойства теплотехнических объектов управления. Технологическая схема системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) и ее характеристика как объекта управления. Декомпозиция сложной системы. Управляемые параметры и управляющие воздействия в системе централизованного теплоснабжения. Дроссельные регулирующие органы. Частотное управление производительностью насосов. Возмущающие воздействия в системах теплоснабжения и отопления. Методы математического описания объектов управления и сигналов в системах управления. Динамические характеристики объектов управления. Информационное обеспечение процессов управления. Виды сигналов в системах управления (аналоговые естественные и унифицированные сигналы, дискретные сигналы). Методы и средства для измерения основных теплотехнических параметров в СЦТ. Автоматические</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>системы регулирования (АСР) – назначение и принципы построения. Типовые алгоритмы регулирования – пропорциональный (П), пропорционально-интегральный (ПИ), пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД). Способы реализации алгоритмов регулирования. Автоматические регуляторы прямого и косвенного действия. Микропроцессорные контроллеры. Типовые схемы АСР. Понятие об оптимальной настройке регулятора. Самонастраивающиеся (адаптивные) регуляторы. Логическое управление и логические автоматы, логические микропроцессорные контроллеры (ломиконты). Основные понятия оптимального управления. Задачи и проблемы оптимизации теплотехнологических процессов. Проблема псевдо оптимизации. Реальный эффект применения «прогрессивных» алгоритмов управления, методов теории нечетких множеств (фази методов) в решении задач управления технологическими процессами. Программно-технические системы (ПТС) для управления технологическими процессами: назначение и возможности, принципы построения, разновидности, проблема выбора. Примеры современных ПТС, применяемых в системах централизованного теплоснабжения. Общее и специальное программное обеспечение АСУТП. Понятие о SCADA-программах. Особенности проектирования систем управления на базе современных ПТС. Проблемы модернизации действующих систем управления. Цели и целесообразность замены комплекса технических средств автоматизации. Концепция модернизации систем управления. Диспетчерское управление централизованным теплоснабжением. Проблемы оценки технико-экономической и экономической эффективности автоматизации и информационных функций АСУ. Современные научные проблемы в области управления технологическими процессами и производством.</p>
1.6.	Водоподготовка и защита от коррозии	<p>Строение и свойства воды. Природные и сточные воды. Состав природных и сточных вод. Показатели качества природных вод: физико-химические, технологические, биологически. Углекислое равновесие. Влияние природы примесей в воде на работу котельных и ТЭС. Нормы</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>питательной воды для системы теплосилового оборудования Основные методы очистки воды. Осветление природной воды. Механическое фильтрование. Очистка воды от коллоидных примесей. Технологическая схема очистки воды от коллоидов. Обеззараживание природных и сточных вод. Жесткость воды. Общие понятия. Умягчение воды методом осаждения. Технология содо-известкового метода. Термическое умягчение воды. Теория ионного обмена. Иониты. Умягчение и обессоливание воды методом ионного обмена. Катионирование, анионирование воды. Технологические схемы ионирования воды. Очистка воды от растворенных в ней ионов электрохимическим методом. Электродиализ. Дегазация воды. Метод деаэрации. Вакуумная, термическая деаэрация. Схема декарбонизатора. Методы химической дегазации природной воды. Технология и аппаратура современной химводоочистки. Схемы полного обессоливания воды.</p> <p>Общая характеристика коррозионных процессов. Классификация коррозионных процессов. Методы оценки коррозионной стойкости металлов. Показатели коррозии. Десятибалльная шкала коррозионной стойкости. Газовая (высокотемпературная) коррозия. Термодинамика газовой коррозии. Жаростойкость, жаропрочность металлов. Кинетика и механизм газовой коррозии. Законы роста пленок. Методы защиты металлов от высокотемпературной коррозии. Газовая коррозия важнейших металлов и сплавов на их основе. Электрохимическая коррозия. Определение. Вероятные катодные и анодные реакции электрохимической коррозии. Коррозионные диаграммы. Применение диаграмм для установления возможности электрохимической коррозии, движущей силы, типа катодной реакции. Кинетика электрохимической коррозии. Кинетическая теория коррозии, теория локальных элементов. Потенциал коррозии и ток коррозии как основные характеристики коррозионного процесса. Контролирующий процесс. Анодные реакции в условиях коррозии и их влияние на скорость коррозии. Основные закономерности растворения металлов в активном состоянии. Пассивное состояние металлов. Теории пассивного состояния. Анодная потенциостатическая кривая. Перепассивация. Способы</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>перевода металлов в пассивное состояние. Коррозия сплавов типа твердого раствора и типа механической смеси. Питтинговая коррозия. Щелевая коррозия. Межкристаллическая коррозия. Определение. Примеры. Условия их возникновения. Методы защиты. Коррозия под напряжением. Коррозионное растрескивание. Коррозионная усталость. Предел коррозионной усталости. Фреттинг-коррозия. Кавитационная коррозия. Условия возникновения, методы защиты. Атмосферная коррозия. Подземная коррозия. Морская коррозия. Биология коррозии. Условия возникновения, механизм, основные особенности, методы защиты. Обзор методов защиты металлов от электрохимической коррозии. Классификация и обоснование выбора методов защиты. Предупреждение коррозии на стадии проектирования. Легирование, аморфные сплавы, неорганические металлы. Защитные покрытия – неорганические и органические. Методы обработки коррозионной среды. Электрохимические методы защиты металлов от коррозии. Катодная и анодная защиты. Области применения. Обзор методов коррозионных испытаний и исследований.</p> <p>Стандартизация в области коррозии и защиты от нее. Стандарты единой системы защиты от коррозии и старения (СЗКС). Коррозия водяных и паровых котлов. Коррозия металлов турбин и конденсаторов турбин. Стояночная коррозия и ее предупреждение. Ингибиторы и комплексоны для защиты от коррозии теплоэнергетического оборудования и тепловых сетей. Ингибиторы коррозии. Классификация и механизм взаимодействия ингибиторов. Оценка эффективности действия. Ингибиторы как анодные и катодные пассиваторы. Комплексоны и комплексонаты. Механизм образования комплексонатов. Хелатный эффект и дентатность. Строение и устойчивость комплексонов. Критерии выбора и расчёт дозировки комплексонов. Растворы. Общие понятия. Способы выражения концентрации растворов. Растворимость. Растворы неэлектролитов. Общие законы. Кипение и замерзание растворов. Осмотическое давление. Основы теории растворов электролитов. Сильные электролиты. Активность ионов. Коэффициент активности. Ионная сила раствора. Слабые электролиты. Степень</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		диссоциации электролитов. Константа диссоциации слабых электролитов. Вода, как слабый электролит. Электролитическая диссоциация воды. Водородный показатель.
1.7.	Монтаж и эксплуатация промышленного оборудования	<p>Конструкционные материалы. Виды применяемых материалов: стали, цветные металлы, неметаллические материалы. Выбор конструкционных материалов для изготовления и ремонта теплообменной аппаратуры. Основы конструирования теплообменного оборудования. Классификация конструктивно-технологических схем сборки теплообменного оборудования. Сварка и другие способы соединения деталей и узлов аппаратов. Устройства и приспособления для контроля качества изготовления аппаратов. Испытания теплообменной аппаратуры. Виды научно-исследовательских и типовых испытаний: исследовательские, доводочные, приемочные, контрольные, приемо-сдаточные, эксплуатационные. Технологические методы испытания сосудов на прочность и герметичность. Гидравлические и пневматические испытания. Контрольно-измерительные приборы, применяемые при испытаниях. Тепловая изоляция теплоиспользующих установок. Свойства, структура и виды теплоизоляционных материалов. Монтаж теплоизоляционных конструкций. Методика расчета тепловой изоляции. Здания и сооружения для теплообменных установок. Основные требования к ним. Взрывоопасные и пожароопасные здания и сооружения. Ограждающие конструкции. Строительные элементы промышленных зданий и сооружений. Монтаж оборудования теплообменных установок. Организация строительно-монтажных работ. Проект производства работ при монтаже. Монтажные механизмы и инструменты. Методы монтажа оборудования: метод скольжения, метод поворота вокруг шарнира, метод выжимания. Послемонтажное испытание установок и подготовка их к эксплуатации. Наладочные работы. Виды и задачи наладочных работ. Организация пусковых и режимно-наладочных работ. Режимно-наладочные, приемочные и контрольно-балансовые испытания. Технический отчет о проведении пусковой наладки теплотехнического оборудования.</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Первичная обработка результатов наблюдений. Методика обработки результатов испытаний. Контрольно-измерительные приборы при наладочных испытаниях. Эксплуатация теплоиспользующих установок. Основные задачи эксплуатации промышленного оборудования. Хранение твердых, жидких и газообразных сред и теплоносителей. Нормативные правила соблюдения эксплуатационного режима. Основы эксплуатации установок для подогрева жидкостей, испарителей и паропреобразователей, выпарных, сушильных, ректификационных, абсорбционных, парожетторных холодильных установок, а также систем кондиционирования и вентиляции. Образование отложений на поверхностях нагрева и борьба с ними. Эксплуатация и контроль за работой вспомогательного оборудования промышленных установок (трубопроводов, конденсатоотводчиков и т.д.). Основные мероприятия при аварийных остановах. Ремонт оборудования. Основные правила демонтажа оборудования. Система планово-предупредительного ремонта оборудования. Виды ремонта оборудования. Нормативы на ремонт оборудования. Аварийные и восстановительные ремонты оборудования.</p>
1.8.	Электроснабжение и электрооборудование предприятий.	<p>Производство и распределение электроэнергии. Источники потерь энергии у потребителей на высоком и низком напряжении. Основные положения нормативного документа – Типовой. Инструкции по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении (РД 34.09.101.94). Классификация приборов учета энергии. Общие метрологические характеристики и возможности работы в автоматизированных системах контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Расчетный (коммерческий) и технический (контрольный) учет электроэнергии. Проблемы организации учета. Измерительный комплекс и система учета электроэнергии. Элементы комплекса – трансформаторы тока и напряжения, счетчики энергии, датчики импульсов, сумматоры и линии связи, источники их погрешностей. Определение погрешности комплекса согласно Типовой инструкции. Составляющие потерь энергии на подстанции (распределительном пункте). Расположение</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>измерительных комплексов в схемах подстанций и пунктов для расчетного и технического учета энергии. Расчет допустимого и фактического небаланса потерь энергии по Типовой инструкции как показатель эффективности передачи и потребления энергии. Индукционные телеметрические счетчики. Принцип работы и устройство на примере счетчика САЗУ И 670 Д с датчиком импульсов. Схемы включения счетчиков в однофазных, трехфазных трехпроводных и трехфазных четырехпроводных цепях с трансформаторами тока и напряжения. Зависимость погрешности индукционного счетчика от нагрузки и класс точности счетчика. Поверка счетчика по ГОСТ 8.259 – 77. Электронные счетчики, использующие метод ШИМ-АИМ, с телеметрическим выходом. Блок-схема счетчика и принцип работы. Особенности поверки электронных счетчиков. Микропроцессорные счетчики Альфа АББ-ВЭИ Метроника. Блок-схема и принцип работы. Микропроцессорный счетчик как измерительный комплекс АСКУЭ высшего уровня. Требования к автоматизированной системе учета и контроля электроэнергии как комплексу технических средств – счетчиков с датчиками импульсов, устройств сбора информации (УПСД), каналов связи и средств обработки. Система ИАСУЭ ЗАО ЭНЭЛЭКО, структурная схема ее и возможности при использовании в ЖКХ. Промышленные системы АСКУЭ на базе счетчиков Альфа, особенности их внедрения и возможности.</p>
1.9.	<p>Основы трансформации теплоты</p>	<p>Введение. Назначение трансформаторов теплоты. Классификация. Области применения. Термодинамические основы процессов трансформации теплоты. Эксергия различных видов энергии. Эксергетический метод анализа. Эксергетические диаграммы и изображение в них реальных процессов. Коэффициент работоспособности. Определение эксергетического КПД. Эффективность трансформаторов теплоты. Паровые компрессионные трансформаторы теплоты. Основные отличия схем и процессов реальных паровых компрессионных трансформаторов теплоты от идеальных. Схемы одноступенчатых и многоступенчатых холодильных и теплонасосных установок. Удельные энергозатраты и</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>КПД паровых компрессионных трансформаторов теплоты. Холодильные коэффициенты и коэффициенты трансформации. Эффективность холодильных и теплонасосных установок. Холодильные агенты и хладоносители. Назначение хладагентов и хладоносителей. Основные требования к свойствам рабочих агентов. Требования к безопасности и экологической чистоте агентов. Каскадные холодильные установки. Схема и принцип работы. Метод определения коэффициента подачи компрессоров холодильных установок. Зависимость коэффициента подачи от условий работы компрессора. Внутренний относительный (индикаторный) КПД компрессора. Газовые компрессионные трансформаторы теплоты. Основные отличия схем и процессов реальных газовых трансформаторов теплоты от идеальных. Удельный расход энергии, КПД, холодильные коэффициенты действительных газовых трансформаторов теплоты. Регенераторы газовых установок, схемы включения и конструктивное оформление. Газовые установки с нестационарными процессами. Абсорбционные трансформаторы теплоты. Принцип действия абсорбционных трансформаторов теплоты. Удельный расход энергии в идеальных установках и его зависимость от температурных уравнений. Схемы и процессы работы реальных абсорбционных трансформаторов теплоты непрерывного действия. Удельный расход энергии, КПД. Методика расчета одноступенчатых абсорбционных трансформаторов теплоты. Безнасосные абсорбционные установки, схемы, принцип работы. Струйные трансформаторы теплоты. Принцип действия струйных трансформаторов. Классификация струйных трансформаторов. Основные газодинамические функции, их физическое значение и методы определения. Принципиальные схемы и КПД парожетторных холодильных установок. Методика расчета пароструйных эжекторов. Вихревые трансформаторы тепла. Принципиальная схема и процесс работы. Основные характеристики. Энергетический баланс. Эффективность и КПД. Термоэлектрические трансформаторы теплоты. Физические основы термоэлектрических процессов. Принципиальные схемы полупроводниковых</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		трансформаторов теплоты. Удельный расход энергии, КПД.
1.1 0.	Котельные установки, Тепловые двигатели и нагнетатели	<p>Общая характеристика котельных агрегатов. Стандартизация параметров и мощностей, маркировка котлов. Классификация котельных агрегатов. Источники энергии котлов и их характеристика. Материальный баланс процесса горения топлива. Тепловой баланс котельного агрегата. Располагаемая и полезно-используемая теплота. Потери теплоты и их определения, пути снижения потерь и повышения энергетической эффективности котельного агрегата. КПД котла. Классификация, общие характеристики и основные показатели топочных устройств. Сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива в котельных агрегатах. Классификация и основные характеристики газовых горелок, форсунок, пылеугольных горелок . Теплообмен в радиационных и конвективных элементах котлов. Пути интенсификации теплообмена. Гидродинамика систем с естественной и принудительной циркуляцией. Нарушения циркуляции и борьба с ними. Аэродинамическое сопротивление газоздушного тракта котла. Естественная и искусственная тяга. Водный режим, внутрикотловые процессы и методы получения чистого пара. Тепловые схемы котельных агрегатов. Основные элементы котельных агрегатов: пароперегреватели, водяные экономайзеры, воздушные подогреватели. Обзор котельной техники. Котлы с увеличенным водяным объемом. Камерные, секционные и многобарабанные котлы. Современные водогрейные котлы с естественной циркуляцией. Отечественные и зарубежные автономные отопительные котлы малой и средней мощности. Прямоточные котлы. Котлы под наддувом и высоконапорные. Котлы непрямого действия и с неводными теплоносителями. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы, использующие тепловые отходы промышленности: высокотемпературные отходящие газы различных технологических процессов, теплота расплавов, шлаков, технологических продуктов, элементов технологических установок и т.д. Выход и характеристики шлаков. Шлакозолоудаление в котлах. Абразивный износ поверхностей нагрева котельных агрегатов и борьба с</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>ним. Высокотемпературная и низкотемпературная коррозия наружных поверхностей нагрева. Коррозия пароводяного тракта котельного агрегата. Загрязнение поверхностей нагрева и методы очистки. Очистка продуктов сгорания от золы. Механические и электрические методы очистки газов. Защита атмосферного воздуха от газообразных токсичных выбросов. Механизм образования токсичных выбросов. Методы снижения вредных выбросов на стадиях подготовки топлива с сжиганию, в процессе сжигания топлива и на стадии охлаждения продуктов сгорания. Контрольно-измерительные приборы и автоматизация котлов. Испытания котлов. Классификация испытаний. Наладка топочного процесса, определение присосов воздуха в котельный агрегат, исследование аэродинамики топочных камер. Аппаратура для проведения испытаний. Основы эксплуатации котельных агрегатов. Правила безопасности и безаварийной работы котельных агрегатов. Правила безопасности в газовом хозяйстве.</p>
1.1 1.	Информационные технологии по совершенствованию систем теплоснабжения	<p>Роль современных информационных технологий в инженерной деятельности. Излагаются основы применения математических методов, современных вычислительных средств (Excel, Mathcad, SMath и др.) и Интернета для решения типовых задач тепломассообмена, термодинамики, гидрогазодинамики, энергосбережения, энергоэффективности. Рассмотренные задачи затрагивают процессы генерации тепловой энергии, а также процессы когенерации и тригенерации, кондиционирования помещений, работы тепловых насосов. Уделено внимание технологиям создания баз данных по свойствам рабочих тел, теплоносителей и материалов тепловой, атомной и промышленной энергетики. Решение в современных программных средах алгебраических, интегральных и дифференциальных уравнений термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики, энергосбережения и энергоэффективности. Работа с символьной и численной математикой при решении инженерных задач теплоснабжения, ко- и тригенерации. Использование плоской, трехмерной деловой и научной графики, а также анимации для иллюстрации решения задач теплотехники. Компьютерные средства рисования</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		схем систем теплоснабжения Создание функций по свойствам рабочих тел, теплоносителей и конструкционных материалов тепловой, атомной и промышленной энергетики. Пакет WaterSteamPro. Опора на математические знания и современные компьютерные математические программы при решении инженерных и научно-технических задач теплоснабжения Использование ресурсов Интернета для решения теплотехнических задач.

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 . 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:

1. Варфоломеев, Ю. М. Отопление и тепловые сети : учебник для средних специальных учебных заведений по специальности "Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств и вентиляции" / Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин . – издание исправленное . – М. : ИНФРА-М, 2016 . – 480 с. – (Среднее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-16-005405-6 .;

2. Гащо, Е. Г. Энергетический переход и энергосбережение: актуальность и реальные приоритеты развития страны : учебное пособие по курсу "Современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях" по направлению 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Е. Г. Гащо, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2023 . – 308 с. - ISBN 978-5-7046-2802-6 .;

3. Гужов, С. В. Способы повышения энергетической эффективности при эксплуатации электрических двигателей в системах теплоснабжения : учебное пособие по курсу "Энергоаудит и энергосбережение на промышленных предприятиях" направления 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / С. В. Гужов, М. Ю. Юркина, В. С. Глазов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 44 с. - ISBN 978-5-7046-1876-8 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9416>;

4. Соколов, Б. А. Котельные установки и их эксплуатация : учебник для образовательных учреждений начального профессионального образования по профессии "Машинист котлов" / Б. А. Соколов . – 6-е изд., стер . – М. : Академия, 2011 . – 432 с. – (Начальное профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-8537-1 .;

5. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 кн. / Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 4-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . - ISBN 978-5-383-00015-1 . Кн.4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов, и др. ; Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 2007 . – 632 с. - ISBN 978-5-383-00019-9 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4276>;

6. Энергосбережение в системах промышленного электроснабжения : справочно-методическое издание / А. Г. Вакулко, [и др.] ; общ. ред. А. Г. Вакулко . – М. : Теплоэнергетик, 2014 . – 304 с. – (Б-ка энергоэффективности и энергосбережения . Энергоменеджмент и энергоаудит) . - ISBN 5-98385-012-1 ..

б) литература ЭБС и БД:

1. Митрофанов С. В., Кильметьева О. И.- "Методика проведения энергоаудита", Издательство: "ОГУ", Оренбург, 2015 - (116 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/97990>;

2. Шаповалов С. В., Самолина О. В., Шаповалова Н. А.- "Энергосбережение и энергосберегающие технологии", Издательство: "ТГУ", Тольятти, 2012 - (99 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/139622>.

в) используемые ЭБС:

*Не предусмотрено*

## 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 З.

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 утверждена	25.09.2023

Руководитель  
образовательной  
программы

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Шелгинский А.Я.
Идентификатор	Rf4e216f4-ShelginskyAY-88390ed6

А.Я.  
Шелгинский