



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	Rd0ad64b2-5hindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
*повышения квалификации*

<b>Наименование программы</b>	Тепломассообменное оборудование предприятий: расчёт, подбор основного и вспомогательного оборудования
<b>Форма обучения</b>	очная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	не присваивается
<b>Центр ДО</b>	Кафедра "Тепломассообменных процессов и установок"

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 ТМПУ

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гужов С.В.
	Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-ecd93f0e

С.В. Гужов

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гужов С.В.
	Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-ecd93f0e

С.В. Гужов

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** повышение квалификации слушателей путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области подбора, расчета, проектирования и эксплуатации тепломассообменного оборудования предприятий..

### **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 16.064 «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.

**Форма реализации:** обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

**Форма обучения:** очная.

### **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 профессиональную программу, должны иметь высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца, при этом удостоверение о повышении квалификации выдается после предоставления соответствующего подтверждающего документа о получении соответствующего уровня образования..

**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-5: Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные термины, определения и понятия (применительно к теплообменному оборудованию предприятий).;</li><li>- основные отечественные и зарубежные источники научно-технической информации по вопросам расчета, проектирования и использования теплообменного оборудования предприятий;</li><li>- основные типы и конструкции теплообменного оборудования предприятий и области их применения;</li><li>- основные физико-химические процессы протекающих в элементах теплообменного оборудования, физические законы, которым они подчиняются и модели для их описания;</li><li>- основные теплоносители применяемые в теплообменном оборудовании, их свойства и характеристики;</li><li>- основные методы расчета теплообменного оборудования предприятий и используемую при этом нормативную документацию.</li></ul>

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить самостоятельную работу и принимать самостоятельные решения в вопросах проектирования и подбора теплообменного оборудования предприятий в рамках своей профессиональной компетенции;</li> <li>- самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета теплообменного оборудования и применять их на практике для решения поставленной задачи;</li> <li>- проводить подбор теплообменного оборудования, выпускаемого отечественными и зарубежными предприятиями, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми характеристиками.;</li> <li>- анализировать информацию о новых типах и конструкциях теплообменного оборудования, принципах их действия, методах их расчета и проектирования.;</li> <li>- проводить тепловые и гидравлические расчеты теплообменного оборудования и его отдельных элементов;</li> <li>- использовать программы расчетов характеристик теплообменного оборудования;</li> <li>- проводить энерго- и ресурсосберегающие мероприятия в установках, в состав которых входит теплообменное оборудование..</li> </ul> <p>Владеть:</p>
--	---

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
16.064 «Специалист в области проектирования тепловых сетей»	

<p>ПК-717/А/01.6/1 способен обеспечивать подготовку проектной и рабочей документации по отдельным узлам и элементам тепловой сети на основании задания руководителя</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Внесение изменений в разработанные чертежи на отдельные узлы и элементы тепловой сети;</li> <li>- Привязка типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей, расположенных на тепловой сети;</li> <li>- Вычерчивание сечений, узлов и элементов тепловых камер, опор, компенсаторов;</li> <li>- Сверка копий проектных документов на отдельные узлы и элементы тепловой сети с их оригиналами;</li> <li>- Вычерчивание элементов, узлов и деталей, расположенных на тепловой сети;</li> <li>- Выбор масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов тепловой сети;</li> <li>- Компоновка и разбивка чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов тепловой сети;</li> <li>- Оформление ведомостей объемов работ;</li> <li>- Оформление спецификаций и экспликаций по разработанным чертежам;</li> <li>- Сдача проектной документации в архив.</li> </ul> <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выполнять чертежи без использования компьютера;</li> <li>- Применять профессиональные компьютерные программные средства для оформления экспликаций и спецификаций по разработанным чертежам;</li> <li>- Применять профессиональные компьютерные программные средства и имеющуюся информацию для подготовки проектной документации по отдельным узлам и элементам тепловой сети;</li> <li>- Применять требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей для подготовки проектной документации по отдельным узлам и элементам тепловой сети.</li> </ul>
---	---

	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила оформления текстовых и графических документов, входящих в состав рабочей и проектной документации;</li> <li>- Требования охраны труда;</li> <li>- Правила оформления ведомостей и экспликаций;</li> <li>- Средства автоматизированного проектирования;</li> <li>- Стандарты делопроизводства (классификация документов, порядок оформления, регистрации);</li> <li>- Профессиональные компьютерные программные средства;</li> <li>- Способы и технологии производства работ по строительству тепловых сетей;</li> <li>- Номенклатура современных материалов и изделий, используемых при строительстве тепловых сетей;</li> <li>- Требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей;</li> <li>- Правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации;</li> <li>- Правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию.</li> </ul>
--	---

## **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 зачетных единиц;

72 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	а	б	в	г	д	е	Форма аттестации
---	--------------	---	---	---	---	---	---	------------------

	дисциплин (модулей)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
		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	Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий	7	4	4				3			Нет	
1.1.	Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий	7	4	4				3				
2	Виды и методы расчета теплообменного оборудования	8	6	2		4		2			Нет	
2.1.	Виды и методы расчета теплообменного оборудования	8	6	2		4		2				
3	Рекуперативные теплообменные аппараты	8	6	4		2		2			Нет	
3.1.	Рекуперативные теплообменные аппараты	8	6	4		2		2				
4	Регенеративные теплообменные аппараты	8	6	2		4		2			Нет	
4.1.	Регенеративные теплообменные аппараты	8	6	2		4		2				
5	Смесительные теплообменники	8	6	4		2		2			Нет	
5.1.	Смесительные теплообменники	8	6	4		2		2				
6	Выпарные установки	8	4	2		2		4			Нет	
6.1.	Выпарные установки	8	4	2		2		4				
7	Сушильные установки	8	6	2		4		2			Нет	



7.1.	Сушильные установки	8	6	2		4		2			
8	Перегонные и ректификационные установки	8	4	2		2		4		Нет	
8.1.	Перегонные и ректификационные установки	8	4	2		2		4			
9	Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок. Подбор основного и вспомогательного оборудования.	8	6	2		4		2		Нет	
9.1.	Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок. Подбор основного и вспомогательного оборудования.	8	6	2		4		2			
10	Итоговая аттестация	1.0	0.3				0.3	0.7			Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>720</b>	<b>483</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>0.3</b>	<b>23.7</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.	Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий	
1.1.	Основные виды и классификация теплообменного оборудования промышленных предприятий	Теплопередающие и теплоиспользующие установки. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия (рекуперативные, регенеративные, смесительные), по виду взаимного движения теплоносителей (прямоточные, перекрестного тока, противоточные), по назначению. Аппараты периодического и непрерывного действия. Теплоносители, их свойства и характеристики, ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи, рабочие температуры и давления. Рекомендуемые скорости движения основных теплоносителей в теплообменных аппаратах.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
2.	Рекуперативные теплообменные аппараты	
2.1.	Рекуперативные теплообменные аппараты	<p>Рекуперативные теплообменные аппараты, их классификация, назначение и области применения. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые теплообменники, их виды, змеевиковые и спиральные теплообменники. Схемы относительного движения теплоносителей. Распределение температур в трубах и каналах теплообменников. Эффективность теплообменников. Последовательность теплового конструктивного расчета теплообменника. Особенности расчета теплообменников с фазовыми переходами теплоносителя. Особенности расчета теплообменников в случае зависимости коэффициента теплоотдачи от температуры поверхности теплообмена. Теплообменные аппараты с оребрением поверхности. Технологии оребрения. Характеристики ребер. Расчет теплообменников с оребрением. Рекуперативные теплообменники периодического действия. Температурные графики и расчет рекуперативных теплообменников периодического действия. Тепловые трубы. Теплообменные аппараты на тепловых трубах. Методы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.</p>
3.	Регенеративные теплообменные аппараты	
3.1.	Регенеративные теплообменные аппараты	<p>Регенеративные теплообменные аппараты, область их применения, конструкции и принцип действия. Преимущества и недостатки регенеративных теплообменников по сравнению с рекуперативными. 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. Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе. Температурный гистерезис. Сравнение тепловой эффективности работы регенератора и рекуператора. Влияние характеристик насадки на тепловую эффективность регенератора.</p>
4.	Смесительные теплообменники	
4.1.	Смесительные теплообменники	<p>Смесительные теплообменные аппараты. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Полые, насадочные,</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>пенные скрубберы. Смесительные теплообменники со взвешенным слоем насадки. Скрубберы Вентури. Контактные аппараты с активной насадкой (КТАН). Испарители и конденсаторы смесительного типа. Оросительные камеры центральных кондиционеров. 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. Средняя разность температур в смесительном теплообменнике. Коэффициенты теплопередачи в смесительных теплообменниках. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов: продуктов сгорания, вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента; конструкции, принцип действия, методы расчета. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Вентиляторные, башенные, атмосферные и радиаторные градирни. Их конструкции и сравнение. Методы и особенности расчета градирен. Аппараты воздушного охлаждения.</p>
5.	Выпарные установки	
5.1.	Выпарные установки	<p>Выпарные, опреснительные, кристаллизационные и испарительные установки, их назначение, виды и принцип действия. Основные конструкции выпарных аппаратов. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Свойства растворов. Тепловые схемы выпарных и опреснительных установок, методика расчета. Материальный и тепловой балансы. Температурные депрессии. Располагаемая и полезная разности температур и ее распределение по ступеням многоступенчатой выпарной установки. Особенности расчета греющих камер. Выпарные аппараты адиабатного вскипания. Аппараты погружного горения. Область их применения.</p>
6.	Сушильные установки	
6.1.	Сушильные установки	<p>Сушильные установки. Понятие о процессе сушки. Виды сушки материалов. Сушильные установки, их конструкции и принцип действия. Сушильные агенты.</p>

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>Формы связи влаги с материалом. Классификация влажных материалов и принципиальные схемы установок для их сушки. Основы кинетики и динамики сушки. Первый и второй периоды сушки материалов. Равновесное и критическое влагосодержание. Методы расчета времени сушки в ее первом и втором периодах. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. Построение процесса сушки в H-d диаграмме влажного газа. Способы интенсификации процесса сушки.</p>
7.	Перегонные и ректификационные установки	
7.1.	Перегонные и ректификационные установки	<p>Перегонные и ректификационные установки. Конструкции и принцип действия Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Виды смесей жидких компонентов. Идеальные смеси. Закон Рауля. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей, их построение. Азеотропия. Простая и непрерывная перегонка. Уравнение простой перегонки. Основы кинематики массообмена. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Флегмовое число. Рабочие линии ректификационной колонны. Определение затрат энергии на разделение смеси в колонне. Определение числа тарелок в колонне.</p>
8.	Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок. Подбор основного и вспомогательного оборудования.	
8.1.	Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок. Подбор основного и вспомогательного оборудования.	<p>Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Назначение и основные виды конденсатоотводчиков, принцип действия. Оборудование для перемещения газов и жидкостей, его виды и характеристики. Выбор вспомогательного оборудования. Основы подбора и расчета стандартного оборудования. Порядок выбора оборудования из каталогов. Поверочный расчет тепломассообменного оборудования.</p>
9.	Виды и методы расчета теплообменного оборудования	
9.1.	Виды и методы расчета теплообменного оборудования	<p>Виды расчета теплообменников: тепловой конструктивный, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический. Классификация методов расчета теплообменных аппаратов. Основные инженерные методы расчета теплообменных аппаратов. Оптимизация конструктивных и режимных параметров при расчете тепломассообменного оборудования.</p>

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
Семинар	В рамках семинаров, слушатели решают задачи по курсу.

#### **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 *итогового зачета*. 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. Вертелин, С. Н. Теплообменники энергетических установок : учебное пособие по курсу "Теплообменники энергетических установок" по направлению "Энергетическое машиностроение" / С. Н. Вертелин, Т. В. Богомолова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 164 с. - ISBN 978-5-7046-1794-5 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8724>.

б) литература ЭБС и БД:

1. "Теплотехника", Издательство: "Кемеровский государственный университет", Кемерово, 2019 - (110 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600345>.

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	25.01.2023

Руководитель  
образовательной  
программы

---

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гужов С.В.
	Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-eed93f0e

С.В.  
Гужов

---