



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

Т.А. Шиндина  
(расшифровка подписи)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
***повышения квалификации***

**Наименование  
программы**

Мембранные технологии в водоподготовке

**Форма обучения**

очная

**Выдаваемый документ**

удостоверение о повышении квалификации

**Новая квалификация**

не присваивается

**Центр ДО**

Кафедра "Теоретических основ теплотехники им. М.П.  
Вукаловича"

Зам. начальника  
ОДПО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Селиверстов Н.Д.
Идентификатор	Rf19596d9-SeliverstovND-39ee0b7

Н.Д.  
Селиверстов

Начальник ОДПО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Селиверстов Н.Д.
Идентификатор	Rf19596d9-SeliverstovND-39ee0b7

Н.Д.  
Селиверстов

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 ТОТ

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Шацких Ю.В.
Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

Ю.В. Шацких

Руководитель  
образовательной  
программы

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Кондакова Г.Ю.
Идентификатор	R1ad93039-KondakovaGY-98800d9

Г.Ю.  
Кондакова

Москва



## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель:** формирование профессиональных компетенций слушателей в области технологий и оборудования очистки воды и сточных вод мембранными методами..

**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. № 143, зарегистрированным в Минюсте России 22.03.2018 г. № 50480.

- с Профессиональным стандартом 24.032 «Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)», утвержденным приказом Минтруда 07.05.2015 г. № 280н, зарегистрированным в Минюсте России 26.05.2015 г. № 37394, уровень квалификации 7.

**Форма реализации:** обучение в МЭИ.

**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 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): 5.

## **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-2: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Современные методы контроля качества воды по этапам водоподготовки.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Оценивать результаты с точки зрения эффективности конечных результатов своей деятельности, с последующей их коррекцией.</li></ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Контроль соблюдения технологических процессов, действующих норм, правил и стандартов водоподготовки и фиксация результатов наблюдений в отчетной документации.</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
24.032 «Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)»	

<p>ПК-464/А/01.6/1</p> <p>способен осуществлять техническую поддержку эксплуатации оборудования, технологических систем, основных фондов реакторного отделения АЭС</p>	<p><b>Трудовые действия:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Участие в режимных и пусконаладочных испытаниях;</li> <li>- Контроль подачи заявок на ремонт помещений;</li> <li>- Проведение регистрации и технического освидетельствования оборудования и трубопроводов;</li> <li>- Анализ сроков при составлении графиков регистрации и технического освидетельствования, периодических осмотров оборудования и трубопроводов;</li> <li>- Выявление отклонений от графиков выполнения технических мероприятий, указанных в эксплуатационных и противоаварийных циркулярах, касающихся обслуживания оборудования;</li> <li>- Ведение учета аварий и отказов в работе оборудования в соответствии с действующими инструкциями, режимными картами;</li> <li>- Ведение журнала технического осмотра территории, подачи заявок на ремонт помещений;</li> <li>- Обеспечение и проверка безопасности условий производства работ по нарядам-допускам и распоряжениям;</li> <li>- Обеспечение поддержания противопожарного режима в помещениях, чистоты на рабочих местах;</li> <li>- Организация эксплуатации бытовой, компьютерной техники на рабочих местах.</li> </ul>
	<p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализировать данные измерений параметров и результатов проверок, опробований, испытаний оборудования;</li> <li>- Применять меры для обеспечения сохранности оборудования и условий его безопасной эксплуатации;</li> <li>- Заполнять бланки, формуляры заявок на ремонт помещений;</li> <li>- Взаимодействовать с органами федеральных надзорных служб;</li> <li>- Применять в работе современные информационные и информатизационные решения;</li> <li>- Применять эффективные методы планирования рабочего времени;</li> <li>- Соблюдать санитарные правила и нормативы;</li> <li>- Контролировать графики участия персонала в противоаварийных и противопожарных тренировках;</li> <li>- Выполнять требования экологической безопасности в эксплуатационной деятельности.</li> </ul>

	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Делопроизводство;</li> <li>- Информационные технологии и программное обеспечение;</li> <li>- Программы обеспечения качества при эксплуатации АЭС;</li> <li>- Технологические регламенты и производственные инструкции реакторного отделения АЭС;</li> <li>- Технология производства электрической и тепловой энергии на АЭС, главная электрическая схема атомной станции, электрическая схема питания собственных нужд блока;</li> <li>- Нормы и правила по безопасности в области использования атомной энергии в рамках трудовой функции;</li> <li>- Методические и нормативные правовые акты по эксплуатации реакторного оборудования и коммуникаций;</li> <li>- Основы электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки;</li> <li>- Основы ядерной физики и термодинамики;</li> <li>- Санитарные правила и нормативы в рамках трудовой функции;</li> <li>- Основные правила обеспечения эксплуатации АЭС;</li> <li>- Порядок работы с предписаниями федеральных надзорных органов;</li> <li>- Порядок оформления материальной ответственности;</li> <li>- Основные приемы обеспечения безотказности функционирования бытовой, компьютерной техники на рабочих местах;</li> <li>- Расположение зданий, сооружений, помещений и производственных территорий цеха;</li> <li>- Требования федеральных надзорных служб в рамках трудовой функции;</li> <li>- Принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем реакторного отделения.</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:

**- 0,9** зачетных единиц;

- 32 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			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
1	Мембранные технологии в водоподготовке	30.0	30.0	30.0						
1.1.	Основные представления о мембранных технологиях в водоподготовке, очистке стоков, схемах с повторным использованием воды в технологическом цикле	1	1	1						
1.2.	Обратный осмос и нанофильтрация: закономерности, возможности и ограничения, характеристики мембран и мембранных элементов, принципы конструирования установок	7	7	7						
1.3.	Ультрафильтрация: закономерности, возможности и	3	3	3						

	ограничения, характеристики мембран и мембранных элементов, принципы конструирования установок											
1.4.	Интегрированные мембранные технологии и их сочетания с ионным обменом	1	1	1								
1.5.	Осадкообразование в рулонных мембранных элементах и способы борьбы с ним	2	2	2								
1.6.	Основные проблемы при эксплуатации мембранных оборудования	2	2	2					Тестирование			
1.7.	Некоторые способы снижения эксплуатационных затрат и повышения надежности обратноосмотических и нанофильтрационных установок с рулонными элементами	1. 5	1. 5	1. 5								
1.8.	Методы предварительной оценки капитальных и эксплуатационных показателей обратноосмотических установок	0. 5	0. 5	0. 5								
1.9.	Технологические расчеты, моделирование и проектирование мембранных установок с использованием компьютерных расчетных программ (на примерах ROSA и WAVE)	1 2	12	12								

2	Итоговая аттестация	2. 0	0. 3			0.3	1.7					Итоговый зачет
	<b>ИТОГО:</b>	<b>3 2 0</b>	<b>30 3 .0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.3</b>	<b>1.7</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.	Мембранные технологии в водоподготовке	
1.1.	Основные представления о мембранных технологиях в водоподготовке, очистке стоков, схемах с повторным использованием воды в технологическом цикле	Предподготовка. Основная обработка. Финишная очистка. ИМТ. Стоки промышленные. Стоки хоз.бытовые. Повторное использование и «нулевой жидкий сброс»
1.2.	Обратный осмос и нанофильтрация: закономерности, возможности и ограничения, характеристики мембран и мембранных элементов, принципы конструирования установок	Основные процессы разделения. Спектр процессов фильтрования. Технологии мембранныго разделения. Представление об осмосе и обратном осмосе. Ограничения в обратном осмосе. Осмотическое давление. Солесодержание и осмотическое давление. Принципы фильтрования. Концентрационная поляризация. Технология ВМР. Механизмы переноса в баромембранных процессах. Основные понятия и определения. Области применения ОО и НФ. Современные мембранны: материалы, структура, свойства. Возможности для питьевого водоснабжения. Типы мембранных элементов и их сравнение. Технологии рулонирования и конструкция рулонных элементов. Виды рулонных элементов. Примеры обозначения. Фильтродержатели и модули. Элементы с байонетными затворами. Схемные решения при создании установок ОО и НФ. Основные понятия и термины. Одно- и двухступенчатые установки. Одно- и многостадийные ступени. Основные закономерности ОО и НФ. Подходы к сравнению элементов разных производителей. Направления развития. Промышленные установки на рулонных элементах. Критические факторы. Способы предподготовки. Требования к качеству исходной воды. Факторы, влияющие на работу

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		установок с рулонными элементами. Осадкообразование на поверхности мембран. Подходы к проведению СИР. Моделирование и расчеты: возможности и ограничения. Оценки и алгоритмы при проектировании. Принципы грамотной эксплуатации. Качественная оценка работы установки
1.3.	Ультрафильтрация: закономерности, возможности и ограничения, характеристики мембран и мембранных элементов, принципы конструирования установок	Определение. Хронология применения. Виды мембран. Виды поливолоконных мембран. Механизм переноса. Механизм фильтрования. Почему УФ – искусство? Основные определения. Типы мембранных элементов. Области применения. Сравнение с микрофильтрацией. Виды волокон. Варианты организации процесса фильтрования. Основные операции в рабочем режиме. Сравнение вариантов УФ. Режимы фильтрования. Конструкция поливолоконных модулей и принципы их работы. «Пила» ТМД. Последовательности операций. Принципиальная технологическая схема УФ-установки. Подходы к проектированию. Виды модулей УФ. Сравнение модулей. Виды УФ-установок и их сравнение. Типовые конструкции и компоновочные решения. Пилотные установки. Проблемы унификации. Коагуляция: за и против. Характер изменения «пилы» ТМД на практике. Сравнение УФ с осветителями и мехфильтрами. Окисляемость и цветность. Пилотные испытания разных типов УФ мембран. Оценки себестоимости воды после УФ и ее структура. Возможные проблемы. Показатели для оценки качества
1.4.	Интегрированные мембранные технологии и их сочетания с ионным обменом	Ретроспектива технологий водоподготовки. Проблемы при эксплуатации. Основные тенденции развития и осложняющие факторы. Что такое ИМТ? Схемные решения. Ориентировочные технико-экономические показатели. Себестоимость обессоленной воды
1.5.	Осадкообразование в рулонных мембранных элементах и способы борьбы с ним	Механизмы осадкообразования в рулонных элементах. Виды отложений. Загрязнение коллоидами, органикой и микроорганизмами. Анализ вариантов предподготовки. Требования к качеству исходной воды. Факторы, влияющие на работу установок с рулонными элементами. Способы борьбы с осадкообразованием. Сравнение умягчения и ингибиования. Результаты экспериментальных исследований. Возможности современных ингибиторов и проблемы, ассоциированные с ними. Снижение рисков осадкообразования. Механизм работы ингибиторов.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		Эффекты применения УФ на стадии предподготовки. Способы проведения СИР ОО и НФ установок. Принципиальная схема блока СИР. Критерии выхода на СИР. Технология и оборудование для ВМР
1.6.	Основные проблемы при эксплуатации мембранных установок	Себестоимость обессоленной воды. Методы реализации проектов. Отечественная практика и возникающие проблемы. Институт консультирования. Аналитика. Проблемы УФ. Проблемы ОО. Проблемы УФ и ОО для стоков. Возможности ВМР. Проблемы ИО. Проблемы ЭДИ. Интерпретация ТЭО. Безреагентная водоподготовка: миф или реальность?
1.7.	Некоторые способы снижения эксплуатационных затрат и повышения надежности обратноосмотических и нанофильтрационных установок с рулонными элементами	Аутопсия – ключ к успеху. Что это значит на практике? Как обеспечить мониторинг работы установки в процессе эксплуатации? ПМ № 141347 и ее достоинства. Как повысить эффективность СИР? Структура концентратного канала. Сетка – спейсер и ее роль в накоплении загрязнений. Патент РФ № 2545280 и его возможности. Совершенствование конструкции сетки в концентратном канале. Патент РФ № 2549846
1.8.	Методы предварительной оценки капзатрат и эксплуатационных показателей обратноосмотических установок	Методы предварительной оценки капзатрат и эксплуатационных показателей обратноосмотических установок
1.9.	Технологические расчеты, моделирование и проектирование мембранных установок с использованием компьютерных расчетных программ (на примерах ROSA и WAVE)	9.1. Введение 9.1.1. Какие задачи решаются с использованием ТРМП 9.1.2. Области применения и существующие ограничения 9.1.3. История разработки ТРМП и принципы математического моделирования, на которых построены ТРМП 9.1.4. Вкладки и структура интерфейсов ТРМП 9.2. Работа с ТРМП 9.2.1. Информация о проекте 9.2.1.1. Требования к введению информации о проекте 9.2.1.2. Уточнение значения потерь напора на входе 9.2.1.3. Выбор размерностей (единиц измерения) основных параметров (расхода, давления температуры) 9.2.1.4. Выбор веществ для балансировки ионного состава водного раствора 9.2.1.5. Почему методика расчета «небольших коммерческих установок» отличается от подходов, применяемых к промышленному оборудованию? 9.3. Исходные данные для расчета 9.3.1. Состав исходной воды (водного раствора) 9.3.1.1. Выбор источника водоснабжения 9.3.1.2. Опции для расчета 9.3.1.3. Ввод данных,

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		отражающих ионный состав воды, и его балансировка 9.3.1.4. Ввод основных параметров исходной воды (см. п. 9.1.3.) 9.3.2. Анализ условий, способствующих формирования осадков малорастворимых соединений 9.3.2.1. Параметры работы установки, влияющие на процессы формирования осадков малорастворимых соединений 9.3.2.2. Реагентные методы минимизации риска формирования осадков малорастворимых соединений 9.3.2.2.1. Подходы к выбору метода 9.3.2.2.2. Подходы к выбору реагента 9.3.2.3. Дополнительные возможности минимизации риска формирования осадков малорастворимых соединений, не учтенные в ТРМП 9.3.2.4. Анализ вероятности формирования осадков малорастворимых соединений; индексы Ланжелье, Стиффа и Дэвиса 9.3.3. Архитектура УОО 9.3.3.1. Одно – и двухступенчатые установки 9.3.3.1.1. Одноступенчатая УОО

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 *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. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов по специальностям "Тепловые электрические станции" и "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" направления "Теплоэнергетика" / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 309 с. – ISBN 5-903072-45-3.;
2. Свитцов, А. А. Введение в мембранные технологии / А. А. Свитцов. – М. : ДeЛи принт, 2007. – 208 с. – ISBN 978-5-943431-25-8..

б) литература ЭБС и БД:

1. "Мембранные технологии", Издательство: "Научный мир", Москва, 2013 - (611 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468334>.

в) используемые ЭБС:

1. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт»  
[Http://proinfosoft.ru](http://proinfosoft.ru); <http://docs.cntd.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);
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)  
<http://elib.mpei.ru/login.php>.

## **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 приложение Е.

## **6.3. Финансовое обеспечение**

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение 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	21.09.2022

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Кондакова Г.Ю.	
Идентификатор	R1ad93039-KondakovaGY-98800d9	

Г.Ю.  
Кондакова