



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>	Автоматизированные системы управления объектами атомной энергетики
<b>Форма обучения</b>	очная
<b>Выдаваемый документ</b>	удостоверение о повышении квалификации
<b>Новая квалификация</b>	
<b>Центр ДО</b>	Центр подготовки и переподготовки "Автоматизированных систем управления тепловыми процессами в энергетике и промышленности"

**Зам. директора ИДДО**  
(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Н.В.  
Усманова  
(расшифровка подписи)

**Начальник ОДПО**  
(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Г. Крохин  
(расшифровка подписи)

**Начальник ФДО**  
(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Н.В. Малич  
(расшифровка подписи)

**Руководитель ЦПП АСУ ТП ЭП**  
(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

С.В. Гужов  
(расшифровка подписи)

Москва

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)



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

(подпись)

С.В. Гужов

(расшифровка  
подписи)

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

**Цель** – повышение квалификации слушателей путем формирования у них профессиональных компетенций, необходимых для владения методами и основами построения автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных электрических станций (АСУ ТП АЭС)..

### **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.

**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-1: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основы физических процессов, происходящих при выработке электроэнергии и тепла на АЭС, особенности энергоблока АЭС как технологического объекта управления, состав функций и подсистем АСУ ТП АЭС, требования к работе энергоблока АЭС в составе энергосистемы;</li> <li>- Состав управляемых и управляющих величин энергоблока АЭС, характеристики АСУ ТП АЭС, динамические характеристики основных элементов ядерных энергетических установок;</li> <li>- Основные функции, задачи и схемы построения систем автоматического регулирования агрегатов АЭС, программы и схемы регулирования энергоблоков АЭС;</li> <li>- Требования к обеспечению безопасности АЭС и готовности персонала.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять полученные знания при проектировании / эксплуатации автоматизированных систем управления, пользуясь типовыми техническими решениями, воспроизводя действия по анализу нормальной эксплуатации и поиску неисправностей;</li> <li>- Обосновывать выбор схем построения систем автоматического регулирования агрегатов АЭС, программ и схем регулирования энергоблоков АЭС.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p>

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

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
------------------	--------------------------

### 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:

- **1,3** зачетных единиц;

**48** 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	Энергоблок ААСУ ТП АЭС	1 2	8	4		4		4			Нет		
1.1.	Энергоблок АЭС как ТОО, функции и подсистемы АСУ ТП АЭС, работа энергоблока в составе энергосистемы	1 2	8	4		4		4					
2	Управляемые и управляющие величины энергоблока	1 2	8	4		4		4			Нет		
2.1.	Управляемые и управляющие величины энергоблока, характеристики АСУ ТП АЭС, динамические характеристики ЯЭУ и способы	1 2	8	4		4		4					

	регулирующего расхода, уровня, давления и частоты вращения											
3	Автоматическое регулирование агрегатов АЭС, программы и схемы регулирования энергоблоков АЭС	1 2	8	4		4		4			Нет	
3.1.	Автоматическое регулирование агрегатов АЭС, программы и схемы регулирования энергоблоков АЭС	1 2	8	4		4		4				
4	Обеспечение безопасности АЭС и готовности персонала	1 1	8	4		4		3			Нет	
4.1.	Обеспечение безопасности АЭС и готовности персонала	1 1	8	4		4		3				
5	Итоговый экзамен	1. 0	0. 3					03 07				Итоговый экзамен
	<b>ИТОГО:</b>	<b>4 8 0</b>	<b>32 3</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>03</b>	<b>15. 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.	Энергоблок ААСУ ТП АЭС	
1.1.	Энергоблок АЭС как ТОУ, функции и подсистемы АСУ ТП АЭС, работа энергоблока в составе энергосистемы	Понятия технологического объекта управления (ТОУ), алгоритма функционирования и алгоритма управления ТОУ, критерия и цели управления. Особенности энергоблока АЭС, используемого в качестве ТОУ. Влияние обратных связей по температуре теплоносителя и нейтронной мощности, наличие пара в активной зоне реактора. Отравление реактора ксеноном и самарием, влияние остаточного энерговыделения. Требования к надежности, безопасности и экономичности функционирования АЭС. Современный этап развития энергоблоков АЭС в России и мире. Топливо для

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		<p>энергоблоков АЭС. Открытый и замкнутый топливные циклы АЭС. Информационные, управляющие и вспомогательные функции АСУ ТП АЭС. Состав подсистем АСУ ТП АЭС. Функции управляющей вычислительной системы в составе АСУ ТП АЭС. Центральный, блочный и резервный щиты управления АЭС. Требования к ним. Режимы работы энергоблоков АЭС в составе энергосистемы. Состояния реакторных и турбинных установок АЭС. Первичное (общее, нормированное), вторичное и третичное регулирование частоты, участие в нем энергоблоков АЭС. Основные эксплуатационные требования энергоблоков АЭС к отклонениям частоты. Участие энергоблоков АЭС в суточном регулировании нагрузки. Ограничения скорости и количества циклов изменения мощности энергоблоков АЭС.</p>
2.	Управляемые и управляющие величины энергоблока	
2.1.	<p>Управляемые и управляющие величины энергоблока, характеристики АСУ ТП АЭС, динамические характеристики ЯЭУ и способы регулирования расхода, уровня, давления и частоты вращения</p>	<p>Основные управляемые и управляющие величины энергоблока АЭС – на примере энергоблока с водородным энергетическим реактором (ВВЭР). Характеристики АСУ ТП АЭС. Статическая и динамическая погрешность измерения, точность управления. Критерии качества управления. Характеристики надежности, включая работу аварийных защит АЭС. Эксплуатационные характеристики АСУ ТП АЭС. Математическое описание и динамические характеристики основных элементов ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Динамика теплогидравлических процессов в пароводяных смесях. Расчет динамики ЯЭУ с реакторами ВВЭР. Виды дроссельных регулирующих органов, их характеристики. Регулирование малых расходов. Регулирование подачи насосов изменением числа параллельно включенных насосов и частоты вращения насосов, использованием приводной турбины и гидромолоты. Регулирование уровня в корпусах кипящих реакторов и барабанных парогенераторах энергоблоков с ВВЭР. Регулирование частоты вращения турбогенераторов АЭС и давления пара с помощью редуцирующих установок.</p>
3.	Автоматическое регулирование агрегатов АЭС, программы и схемы регулирования энергоблоков АЭС	
3.1.	Автоматическое регулирование агрегатов	Регулирование параметров конденсатно-питательного тракта (давления и уровня в деаэраторах, уровня в

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	АЭС, программы и схемы регулирования энергоблоков АЭС	<p>конденсаторах турбин и регенеративных подогревателях). Регулирование давления и уровня в компенсаторе давления. Статические программы изменения основных регулируемых параметров энергоблоков АЭС. Регулирование энергоблоков с ВВЭР. Статические программы регулирования с постоянной средней температурой теплоносителя, постоянным давлением пара во втором контуре, компромиссные. Схемы регулирования мощности энергоблоков – каскадные с корректировкой по давлению пара во втором контуре и по средней температуре теплоносителя, а также для работы в базовом режиме. Современный этап и возможности развития схем регулирования энергоблоков с ВВЭР. Регулирование энергоблоков с уран-графитовыми реакторами. Схемы регулирования для работы энергоблока с реактором большой мощности канальным (РБМК) в базовом режиме, а также позволяющая участвовать в статическом регулировании частоты в энергосистеме. Регулирование энергоблоков с корпусными кипящими реактора. Схемы регулирования энергоблоков с реактором ВК-50 и реактором с принудительной циркуляцией. Регулирование энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах (БН). Особенности энергоблоков с реакторами БН, требующие учета при создании систем управления.</p>
4.	Обеспечение безопасности АЭС и готовности персонала	АЭС и готовности персонала
4.1.	Обеспечение безопасности АЭС и готовности персонала	<p>Условия удовлетворения АЭС требованиям безопасности. Понятия нормальной эксплуатации, нарушения нормальной эксплуатации, пределов безопасной эксплуатации, аварии на АЭС (проектной, максимальной проектной, запроектной, тяжелой, ядерной). Система физических барьеров энергоблока АЭС на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ. Состав уровней системы технических и организационных мер глубоководной защиты АЭС. Целевые факторы безопасности АЭС. Требования безопасности к управлению технологическим оборудованием АЭС, составу систем и средств энергоблока АЭС, функциям блочного и резервного пунктов управления. Принципы безопасности, которым должны удовлетворять управляющие системы безопасности АЭС. Защитные,</p>



№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		локализирующие и обеспечивающие системы безопасности. Основные уроки аварий на АЭС. Основные формы работы с персоналом АЭС. Состав мероприятий при подготовке персонала АЭС на должность и поддержании его квалификации. Виды проверок знаний, инструктажей и противоаварийных тренировок персонала АЭС, требования к периодичности их проведения. Средства подготовки персонала АЭС.

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
Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)	Технология, основывается на использовании в учебном процессе специально смоделированной или реальной производственной ситуации в целях анализа, выявления проблем, поиска альтернативных решений, принятия оптимального решения проблемы.
Дискуссия	Дискуссия – это метод обсуждения и разрешения спорных вопросов. Дискуссия стимулирует инициативность слушателей и развитие рефлексивного мышления.

#### 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 *-итоговый экзамен*. 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. Захарова, Л. М. Теплотехнический контроль и автоматизация технологических процессов ТЭС и АЭС : монография / Л. М. Захарова, В. С. Мухин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 195 с.

2. Овчинников, Ф. Я. Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических ядерных реакторов / Ф. Я. Овчинников, В. В. Семенов . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Атомиздат, 1988 . – 359 с. - ISBN 5-283-03818-1 .

3. Плютинский, В. И. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС : Учебник для энергетических и энергостроительных техникумов / В. И. Плютинский, В. И. Погорелов . – М. : Энергоатомиздат, 1983 . – 296 с.

б) литература ЭБС и БД:

1. А. В. Евентьев- "Создание и ведение базы данных для автоматизации управления в предметной области", Издательство: "Лаборатория книги", Москва, 2011 - (117 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142458>.

в) используемые ЭБС:

## 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

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	
Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Гужов С.В.
Идентификатор	Rd88495da-GuzhovSV-eccd93f0e

(подпись)

С.В. Гужов

(расшифровка  
подписи)