



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

Наименование программы	Автоматизированные системы управления объектами атомной энергетики
Форма обучения	очная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Центр подготовки и переподготовки "Автоматизированных систем управления тепловыми процессами в энергетике и промышленности"

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 ЦПП
АСУ ТП ЭП

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

С.В. Гужов

Москва

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

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: изучение общих принципов автоматизированного управления объектами АЭС, изучение автоматизированных систем управления 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.

- с Профессиональным стандартом 24.057 «Специалист в области информационных технологий на атомных станциях (разработка и сопровождение программного обеспечения)», утвержденным приказом Минтруда 27.10.2015 г. № 779н, зарегистрированным в Минюсте России 16.11.2015 г. № 39716, уровень квалификации 7.

Форма реализации: обучение с применением электронного обучения.

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..

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-2: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Знать: - Принципы управления объектами АЭС; - Функции и задачи автоматизированных систем управления; - Общие принципы структурного анализа сложных систем; - Принципы формирования воздействия аварийной защиты на реактор (для реакторов ВВЭР, РБМК, БН); - Классификацию математических моделей объектов управления.
	Уметь: - Проектировать автоматизированные системы управления, сигнализации и защиты тепловых объектов АЭС, пользуясь типовыми техническими решениями; - Оценивать запас устойчивости по виду КЧХ разомкнутой системы и величине максимума КЧХ замкнутой системы..
	Владеть: - Основами работы с программным обеспечением, применяемым для создания систем автоматизации, управления и защиты АЭС.

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

Уровень квалификации _____.

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:

- 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	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	Автоматизированные системы управления АЭС	300	165	140	25			135			Нет		
1.1.	Исходные понятия теории автоматического управления (ТАУ). Функциональная схема автоматической системы управления	15	15	1	05								
1.10	Анализ динамики ЯЭУ (на базе линейной теории)	2	1	1				1					
1.11	Модель теплопереноса в реакторе	2	1	1				1					
1.12	Автоматизированные системы управления технологическими процессами АЭС	2	1	1				1					
1.13	Принципы формирования воздействия АЗ на реактор	2	1	1				1					
1.14	Основные управляемые и	2	1	1				1					

	управляющие величины энергоблока (ВВЭР)											
1.15	Регулирование мощности реактора	2	1	1			1					
1.2.	Математическое описание объектов. Задачи управления. Частотный метод	1.0	0.5	0.5			0.5					
1.3.	Типовые линейные динамические звенья. Соединения звеньев. Последовательное соединение звеньев	2.0	1.0	0.5	0.5		1					
1.4.	Устойчивость систем автоматического регулирования	2	1	1			1					
1.5.	Синтез АСР	2.5	1.5	1	0.5		1					
1.6.	Зависимость качества от ограничений диапазона и скорости органа регулирования	2	1	1			1					
1.7.	Алгоритмы (законы) регулирования для типовой АСР	2.5	1.5	1	0.5		1					
1.8.	Принципы настройки замкнутых АСР	2	1	1			1					
1.9.	Сложные схемы регулирования (с дополнительными источниками информации)	2.5	1.5	1	0.5		1					
2	Итоговая аттестация	2.0	0.5				0.5	1.5				Итоговый экзамен
	ИТОГО:	32.0	17.0	14.0	2.5	0	0.5	15.0	0			

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.	Автоматизированные системы управления АЭС	
1.1.	Исходные понятия теории автоматического управления (ТАУ). Функциональная схема автоматической системы управления	Основные понятия ТАУ. Основная задача теории управления и пути ее решения. Основные типы задач управления: Задача программирования (планирования) при полной априорной информации Задачи регулирования Задача «Черного Ящика»
1.2.	Математическое описание объектов. Задачи управления. Частотный метод	Методы математического описания ТОУ. Динамические характеристики. АЧХ, ФЧХ, КЧХ. Связь между дифференциальными уравнениями и частотными характеристиками
1.3.	Типовые линейные динамические звенья. Соединения звеньев. Последовательное соединение звеньев	Пропорциональное (безынерционное, статическое звено). Интегрирующее звено. Дифференциальное звено. Реальное дифференцирующее звено.(идеальное). Апериодическое звено (инерционное 1-го порядка). Звено транспортного (чистого) запаздывания. Инерционное (апериодическое) звено II-го порядка. Колебательное звено. Параллельное соединение звеньев. Встречно-параллельное соединение звеньев (соединение по принципу обратной связи)
1.4.	Устойчивость систем автоматического регулирования	Основные понятия устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста. Формулировка критерия Найквиста. Понятие запаса устойчивости. Оценка запаса устойчивости по расположению корней характеристического уравнения замкнутой системы. Запас устойчивости по модулю и фазе
1.5.	Синтез АСР	Основные этапы синтеза систем регулирования. Схема регулирования. Упрощённая математическая модель типового объекта. Выбор схемы регулирования
1.6.	Зависимость качества от ограничений диапазона и скорости органа регулирования	Динамика схемы замкнутого регулирования с обратной связью по отклонению. Переходные процессы для типовой АСР
1.7.	Алгоритмы (законы) регулирования для типовой АСР	Типовые линейные алгоритмы
1.8.	Принципы настройки замкнутых АСР	Надежность и качество регулирование. Косвенные критерии качества
1.9.	Сложные схемы регулирования (с дополнительными	Комбинированная схема регулирования. Двухконтурные схемы регулирования

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	источниками информации)	
1.1 0.	Анализ динамики ЯЭУ (на базе линейной теории)	Модель кинетики
1.1 1.	Модель тепломассопереноса в реакторе	Модель теплопереноса
1.1 2.	Автоматизированные системы управления технологическими процессами АЭС	Функции АСУ ТП. Подсистемы АСУ ТП. Управляющая вычислительная система (УВС). Системы управления и защиты (СУЗ)
1.1 3.	Принципы формирования воздействия АЗ на реактор	Действия устройства аварийной защиты: пассивные и активные. Защиты энергоблока АЭС. Автоматическое регулирование органов АЭС
1.1 4.	Основные управляемые и управляющие величины энергоблока (ВВЭР)	Основные управляемые и управляющие величины энергоблока ВВЭР. Регулирование давления пара с помощью редуцированных установок. Регулирование параметров установок питательного тракта
1.1 5.	Регулирование мощности реактора	Автоматическое регулирование энергоблоков. Программы регулирования энергоблоков ВВЭР

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
Лабораторная работа	Лабораторные работы выполняются в программной среде Mathcad6. Предметом изучения являются временные и частотные динамические характеристики объектов регулирования на примерах элементарных динамических звеньев и их соединений, а также методы анализа устойчивости и запаса устойчивости на примере комбинированной схемы соединений элементарных звеньев, моделирующей

	одноконтурную автоматическую систему регулирования, построенную по принципу отрицательной обратной связи.
Домашнее задание	Целью практических занятий является приобретение и освоение средств и методов, используемых в системах автоматического управления

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. Коллиер, Дж. Введение в ядерную энергетику : пер. с англ. / Дж. Коллиер, Дж. Хьюитт . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 253 с. - ISBN 5-283-02479-2 .;

2. Королев, В. В. Системы управления и защиты АЭС / В. В. Королев . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 128 с.;

3. Плетнев, Г. П. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций: Учебник для вузов по направлению "Автоматизация и управление" и специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" / Г. П. Плетнев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 1995 . – 352 с. - ISBN 5-7046-0140-5 : 16000.00 .;

4. 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.;

5. Плютинский, В. И. Учебное пособие по курсу "Статические и динамические характеристики объектов управления": Статические и динамические характеристики ядерных энергетических установок / В. И. Плютинский ; Ред. Г. Б. Беляев ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1980 . – 79 с.;

6. Рульнов, А. А. Автоматическое регулирование : учебник для средних специальных учебных заведений по специальности 08.02.07 "Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции" / А. А. Рульнов, И. И. Горюнов, К. Ю. Евстафьев . – 2-е изд., стер . – М. : ИНФРА-М, 2019 . – 219 с. – (Среднее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-16-006216-7 .;

7. Шальман, М. П. Контроль и управление на атомных электростанциях / М. П. Шальман, В. И. Плютинский . – М. : Энергия, 1979 . – 272 с..

б) литература ЭБС и БД:

1. И. В. Петров- "Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования", Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2004 - (254 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117671>.

в) используемые ЭБС:

1. База данных Scopus
<http://www.scopus.com>;
2. База данных Web of Science
<http://webofscience.com/> ;
3. Научная электронная библиотека
<https://elibrary.ru/>;
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.

6.2. Кадровое обеспечение

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

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в 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 3.

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

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа утверждена	03.07.2023

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