



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

Наименование программы	Кинетика и регулирование ядерных реакторов
Форма обучения	очная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Кафедра "Атомных электрических станций"

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 АЭС

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvostovaMS-a4cf11ca

М.С.
Хвостова

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Никонов С.М.
	Идентификатор	R7ec65784-NikonovSM-8045003e

С.М.
Никонов

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: повышение квалификации путем совершенствования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для их профессиональной деятельности, связанной с нестационарными нейтронно-физическими процессами и способами воздействия на них в ядерных реакторах, а также приобретение навыков решения некоторых практических задач по физике ядерных реакторов..

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, утвержденным приказом Минобрнауки от 27.03.2018 г. № 21413.04.2018 г. № 50770.

- с Профессиональным стандартом 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики», утвержденным приказом Минтруда 12.03.2015 г. № 159н, зарегистрированным в Минюсте России 02.04.2015 г. № 36691, 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 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): 3.

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 применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знать: - основные источники научно-технической информации по физике ядерных реакторов; - нейтронно-физические процессы в ядерных реакторах.
	Уметь: - анализировать зависимости нейтронно-физических характеристик ядерного реактора от параметров, определяющих состав, структуру и физическое состояние активной зоны.
	Владеть:
ОПК-1: способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	Знать: - основные характеристики современных ядерных энергетических реакторов; - нейтронно-физические процессы в ядерных.
	Уметь: - анализировать зависимости нейтронно-физических характеристик ядерного реактора от параметров, определяющих состав, структуру и физическое состояние активной зоны; - проводить оценочные нейтронно-физические расчеты ядерных реакторов по известным методикам.
	Владеть:

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

Уровень квалификации 7.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»	

<p>ПК-429/В/04.7/1 способен осуществлять организацию и планирование работ ядерно-физической лаборатории</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Обеспечение разработки рабочих программ и инструкций; - Составление технических справок, отчетов, актов; - Анализ проектной и эксплуатационной документации на ее соответствие требованиям руководящей и нормативной документации; - Руководство персоналом группы в ядерно-физической лаборатории; - Внесение изменений в производственно-техническую документацию; - Анализ информационных документов об опыте эксплуатации энергоблока атомных станций. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Планировать, организовывать и обеспечивать проведение работ по направлениям деятельности; - Обобщать и анализировать информацию; - Работать с персональным компьютером и оргтехникой; - Работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники. <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Требования к разработке программ, инструкций, технических решений; - Порядок разработки технических решений и заданий; - Основы компьютерных и информационных технологий; - Перспективы технического, экономического и социального развития атомной энергетики и атомных станций.
<p>ПК-429/С/02.7/1 способен осуществлять организацию инженерно-физического сопровождения эксплуатации активной зоны реакторной установки</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Организация работы по анализу результатов измерений подкритичности реактора; - Организация проведения расчетов мощности реакторов по методу теплового баланса; - Организация и контроль измерения эффектов и коэффициентов реактивности реакторов; - Организация проведения расчетов эксплуатационных параметров активных зон реакторов; - Организация подготовки данных и проведение нейтронно-физических расчетов реакторов; - Организация контроля нейтронно-физических и паспортных характеристик реакторов.

	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Организовывать выполнение нейтронно-физических и тепло-гидравлических измерений; - Обеспечивать исправное состояние и своевременное представление на аттестацию и техническое обслуживание систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления и автоматики, средств вычислительной техники. <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы компьютерных и информационных технологий; - Эксплуатационные параметры активных зон реакторов; - Прикладное программное обеспечение по направлениям деятельности; - Технологические схемы атомной станции; - Расчет мощности реакторов по методу теплового баланса; - Методы расчетов эксплуатационных параметров активных зон реакторов; - Физика реактора; - Номенклатура нейтронно-физических расчетов; - Основы нейтронно-физических измерений и расчетов.
--	---

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
1	Кинетика и регулирование ядерных реакторов	7 0	50	50				20			Нет	
1.1.	Кинетика ядерных реакторов	1 4	10	10				4				
1.2.	Эффекты и коэффициенты реактивности	1 4	10	10				4				
1.3.	Изменение нуклидного состава топлива	1 4	10	10				4				
1.4.	Система управления и защиты (СУЗ)	1 4	10	10				4				
1.5.	Режимы работы ядерных энергетических реакторов	1 4	10	10				4				
2	Итоговая аттестация	2	2				2					Итоговый зачет
	ИТОГО:	7 2	52	50	0	0	2	20	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.	Кинетика и регулирование ядерных реакторов	
1.1.	Кинетика ядерных реакторов	Решение уравнения кинетики без учета запаздывающих нейтронов при скачкообразном изменении реактивности. Период реактора. Характеристики запаздывающих нейтронов. Разные формы записи уравнений кинетики с учетом m групп запаздывающих нейтронов. Решение уравнений кинетики с m группами запаздывающих

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		нейтронов. Переходный и установившийся режимы. Решение уравнений кинетики с одной эффективной группой запаздывающих нейтронов. Переходные процессы при положительных и отрицательных значениях реактивности. Эффективная доля запаздывающих нейтронов.
1.2.	Эффекты и коэффициенты реактивности	Определения и смысл основных эффектов и коэффициентов реактивности. Ядерный и плотностной температурные коэффициенты реактивности. Роль различных температурных эффектов в разных режимах работы реакторов. Мощностной и паровой эффекты и коэффициенты реактивности.
1.3.	Изменение нуклидного состава топлива	Основные особенности выгорания ядерного топлива. Изменение изотопного состава урана и плутония. Шлакование реактора. Стационарное (равновесное) отравление реактора ксеноном. Нестационарное отравление реактора ксеноном. Иодная (ксеноновая) яма. Ксеноновые колебания и волны. Взаимозависимость количества ксенона в реакторе и параметров состояния реактора. Отравление реактора самарием. Воспроизводство делящегося материала. Различные определения и формулы для коэффициента воспроизводства. Сравнение коэффициентов воспроизводства для реакторов на тепловых и быстрых нейтронах. Смешанное уран-плутониевое топливо. Расширенное воспроизводство делящихся материалов. Время удвоения. Глубина выгорания топлива. Кампания реактора и топлива.
1.4.	Система управления и защиты (СУЗ)	Задачи СУЗ и способы их решения. Составляющие запаса реактивности. Рабочие органы (органы регулирования) СУЗ. Эффективный радиус поглощающего стержня. Эффективность поглощающего стержня, погруженного на всю глубину вдоль оси симметрии реактора. Зависимость эффективности поглощающего стержня от места его расположения. Дифференциальная и интегральная эффективность органов регулирования СУЗ (ОР СУЗ). Эффективность решетки ОР СУЗ. Интерференция поглощающих стержней. Жидкостное борное регулирование. Выгорающие поглотители. Гомогенное и гетерогенное размещение выгорающего поглотителя.
1.5.	Режимы работы ядерных энергетических	Контроль потока нейтронов. Особенности пуска реактора. Контроль параметров при пуске реактора.

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	реакторов	Динамика ядерного энергетического реактора и энергоблока АЭС. Изменение мощности реактора. Роль мощностного и температурных эффектов реактивности. Саморегулирование реактора при возмущении по нагрузке турбогенератора энергоблока. Продление кампании реактора в режиме саморегулирования. Останов реактора.

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
Тестирование	К тестированию допускаются сотрудники, посетившие более 50% занятий. Сотрудники, посещавшие занятия дистанционно, могут дистанционно проходить тестирование. Длительность тестирования - 90 минут.

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. Алхутов, М. С. Экспериментальные исследования на подкритической сборке. Лабораторный практикум : методическое пособие по курсу "Физика ядерных реакторов" по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / М. С. Алхутов, В. Д. Байбаков, М. А. Скачек, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 31 с.;

2. Байбаков, В. Д. Коды для расчета ядерных реакторов : Учебное пособие по специальности "Атомные электростанции и установки" / В. Д. Байбаков, Ю. Б. Воробьев, В. Д. Кузнецов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 163 с. - ISBN 5-7046-0939-2 .;

3. ВВЭР-1000: физические основы эксплуатации, ядерное топливо, безопасность / А. М. Афров, и др. – М. : Логос, 2006 . – 488 с. - ISBN 5-9870413-7-6 .;

4. Дементьев, Б. А. Кинетика и регулирование ядерных реакторов : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электростанции и установки" / Б. А. Дементьев . – М. : Атомиздат, 1973 . – 291 с.;

5. Лабораторный практикум по курсу "Кинетика ядерных реакторов": Моделирование на ЭВМ нестационарных процессов в ядерных реакторах / Б. А. Дементьев, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1987 . – 60 с.;

6. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов / Г. Г. Бартоломей, и др. – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 512 с. - ISBN 5-283-03804-1 ..

б) литература ЭБС и БД:

1. Бойко В. И.- "Физический расчет ядерного реактора на тепловых нейтронах : учебное пособие для вузов", Издательство: "ТПУ", Томск, 2009 - (504 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10291;

2. Окунев В. С., Лисицын И. С.- "Нейтронно-физический расчет решетки ядерного реактора на основе газокинетической теории переноса", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2011 - (145 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52232.

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	31.08.2023

Руководитель
образовательной
программы

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Никонов С.М.
Идентификатор	R7ec65784-NikonovSM-8045003e

С.М.
Никонов