



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

(подпись)

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации

Наименование программы	Теория эксперимента
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 методов построения математических моделей статистики и динамики тепловых объектов управления по экспериментальным данным.

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	Знать: - методику оценки точности и надежности статических и динамических характеристик объектов управления, вероятностных характеристик случайных возмущений, действующих на объект; - методы планирования эксперимента при построении математических моделей статики и динамики объектов управления.
	Уметь: - разрабатывать эскизные технические и рабочие проекты объектов и систем теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологии с использованием средств автоматизации проектирования, передового опыта их разработки; - применять методы планирования эксперимента при построении математических моделей статики и динамики объектов управления.
	Владеть: - математическими методами определения моделей объекта управления и методами поисковой оптимизации;; - техникой применения математических пакетов для имитационного моделирования объектов и систем управления в условиях действующих возмущений.

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)		Контактная работа, 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	Теория эксперимента	30	22	16		6		8			Нет	
1.1.	Основные понятия теории эксперимента	3	2	2				1				
1.2.	Методы построения моделей статистики объекта управления	4	3	2		1		1				
1.3.	Метод множественного регрессионного анализа	4	3	2		1		1				
1.4.	Факторный эксперимент	4	3	2		1		1				
1.5.	Поисковые методы статической оптимизации объекта управления	3	2	2				1				
1.6.	Планирование эксперимента по определению вероятностных характеристик реальных	4	3	2		1		1				

	возмущающих воздействий											
1.7.	Методы идентификации объектов и систем управления	4	3	2		1		1				
1.8.	Оценка переходной характеристики объекта управления	4	3	2		1		1				
1.9.	Идентификация объекта в замкнутой системе регулирования	0	0									
2	Итоговая аттестация	2	1				1	1				Итоговый зачет
	ИТОГО:	3 2	23	16	0	6	1	9	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.	Теория эксперимента	
1.1.	Основные понятия теории эксперимента	Теория эксперимента ее задачи применительно к разработке и эксплуатации АСУ ТП Принятие решений системный подход□ Математические модели, их свойства□ Адекватность математических моделей□
1.2.	Методы построения моделей статики объекта управления	Математические модели статики в АСУ ТП□ Физический смысл уравнения регрессии□ Нахождение уравнений регрессии по данным пассивного и активного эксперимента□
1.3.	Метод множественного регрессионного анализа	Теоретические предпосылки регрессионного анализа□ Планирование и проведение эксперимента, рандомизация, проверка воспроизводимости опытов, вычисление коэффициентов уравнения регрессии оценка их значимости точности и надежности, проверка адекватности уравнения□
1.4.	Факторный эксперимент	Понятие факторного эксперимента Планы первого порядка Полный и дробный факторный эксперименты Планы второго порядка Понятие о D-оптимальном и других оптимальных планах Регрессионный анализ при нарушении исходных предпосылок□
1.5.	Поисковые методы статической оптимизации объекта управления	Планирование экстремальных экспериментов Методы поиска экстремума область применения Альтернативные методы построения моделей статики и статической

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
		оптимизации Интервальный последовательный и дисперсионный анализ Экспертное оценивание Ранговая корреляция
1.6.	Планирование эксперимента по определению вероятностных характеристик реальных возмущающих воздействий	Математические модели случайных процессов и полей в АСУ ТП Классификация случайных процессов Генеральная совокупность реализаций случайных процессов и формирование выборки Статистические ошибки при вычислении оценок вероятностных характеристик Выбор длины реализации шага дискретизации по времени шага квантования по уровню при планировании эксперимента по оценке математического ожидания $\bar{I}$, дисперсии $\bar{I}$, корреляционной функции спектральной плотности $\bar{I}$, характеристик выбросов $\bar{I}$
1.7.	Методы идентификации объектов и систем управления	Математические модели динамики в АСУ ТП Формы представления и методы построения экспериментальных моделей оценок динамических характеристик
1.8.	Оценка переходной характеристики объекта управления	Планирование эксперимента по оценке динамики в условиях нормальной эксплуатации Параметрические и непараметрические модели регуляризация Аппроксимация оценок динамических характеристик
1.9.	Идентификация объекта в замкнутой системе регулирования	Планирование активного эксперимента по оценке динамики посредством апериодических периодических и псевдослучайных тестовых сигналов Идентификация объекта в замкнутой системе регулирования

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	Слушатели проделывают опыты/проводят работу и получают практические навыки

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. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель . – М. : Гос. изд-во физико-математической литературы, 1958 . – 464 с.;

2. Волгин, В. В. Модели случайных процессов для вероятностных задач синтеза АСУ. Генеральная совокупность реализаций. Эргодичность. Единственная реализация. Ч.I : Учебное пособие по курсу "Теория эксперимента" / В. В. Волгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Т. Е. Щедеркина . – М. : Изд-во МЭИ, 1998 . – 64 с. - ISBN 5-7046-0364-5 : 4.50 .;

3. Волгин, В. В. Определение вероятностных характеристик случайных процессов : Методическое пособие по курсу "Теория эксперимента" по направлению "Теплоэнергетика" / В. В. Волгин, Т. Е. Щедеркина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 27 с.;

4. Мойсюк, Б. Н. Основы теории планирования эксперимента : учебное пособие для студентов по специальности "Управление и информатика в технических системах" / Б. Н. Мойсюк . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 464 с. - ISBN 5-7046-0791-8 .;

5. Пикина, Г. А. Идентификация объектов управления в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Г. А. Пикина, Т. Е. Щедеркина, В. В. Волгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. В. В. Волгин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2011 . – 224 с. - ISBN 978-5-383-00594-1 .

<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=4209>;

6. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами : Учебник для вузов по специальности "Автоматизация теплоэнергетических процессов" / В. Я. Ротач . – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 296 с.;

7. Щедеркина, Т. Е. Экспериментальное определение моделей статики и динамики объектов управления : учебное пособие по курсу "Теория эксперимента" по направлению "Теплоэнергетика" и специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" / Т. Е. Щедеркина, В. В. Волгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 56 с. - ISBN 978-5-383-00285-8 .

<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=407>.

б) литература ЭБС и БД:

Не предусмотрено

в) используемые ЭБС:

1. База данных Scopus

<http://www.scopus.com>;

2. База данных Web of Science

<http://webofscience.com/> ;

3. ЭБС Лань

<https://e.lanbook.com/>;

4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red;

5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)

<http://elibrary.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 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 другие 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	21.08.2023

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