



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	Полевое моделирование электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов в установках индукционного нагрева металлических расплавов 2025
Форма обучения	очно-заочная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Учебно-консультационный и сертификационный Центр обеспечения безопасности и качества продукции и технологий

Зам. начальника
ОДПО

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крамской И.С.
	Идентификатор	R45006172-KramskoyIS-36bfc414

И.С. Крамской

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 Центр
К-Электро

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курбатова Е.П.
	Идентификатор	R51c6ebe0-KurbatovaYP-a15ccd67

Е.П.
Курбатова

Москва

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дергачев П.А.
	Идентификатор	Rbc655738-DergachevPavA-c35942

П.А. Дергачев

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: повышение квалификации слушателей путем совершенствования имеющихся и формирования новых профессиональных компетенций, необходимых для выполнения задач профессиональной деятельности в области полевого моделирования электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов в установках индукционного нагрева.

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 147, зарегистрированным в Минюсте России 22.03.2018 г. № 50476.

- с Профессиональным стандартом 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденным приказом Минтруда 04.03.2014 г. № 121н, зарегистрированным в Минюсте России 21.03.2014 г. № 31692, уровень квалификации 7.

Форма реализации: обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

Форма обучения: очно-заочная.

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 или получать высшее образование, подтвержденное документом государственного образца, или установленного образца, или академической справки о прохождении соответствующего обучения.

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 применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знать: - - основы моделирования электромагнитных, тепловых и гидродинамических полей; - - принципы разработки цифровых моделей индукционного нагрева металлических расплавов с применением МКЭ.
	Уметь: - - создавать цифровые модели индукционного нагрева металлических расплавов в COMSOL Multiphysics; - - проводить мультифизический анализ установок индукционного нагрева металлических расплавов в COMSOL Multiphysics.
	Владеть:

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
40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	
ПК-32/А/01.5/1 способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Трудовые действия: - Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов.
	Умения: - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
	Знания: - Цели и задачи проводимых исследований и разработок.
ПК-32/В/02.6/1 способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической	Трудовые действия: - Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.

информации и результатов исследований	Умения: - Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
	Знания: - Методы анализа научных данных.

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:

- **5,1** зачетных единиц;

- **184** 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	Полевое моделирование электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов в установках индукционного нагрева металлических	1 8 2 0	47 .7	47 .7				13 43			Нет		

	расплавов										
1.1.	Основы моделирования в COMSOL Multiphysics	23.7	8	8			15.7				
1.2.	Введение в моделирование электромагнитных полей	31.6	7.9	7.9			23.7				
1.3.	Введение в моделирование тепловых полей	31.7	8	8			23.7				
1.4.	Введение в моделирование гидродинамических полей	31.7	8	8			23.7				
1.5.	Решение мультифизических задач	63.3	15.8	15.8			47.5				
2	Итоговая аттестация	20	0.3				03	1.7			Итоговый зачет
	ИТОГО:	184.0	48.0	47.7	0	0	03	136.0	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.	Полевое моделирование электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов в установках индукционного нагрева металлических расплавов	
1.1.	Основы моделирования в COMSOL Multiphysics	Интерфейс и принципы разработки моделей. Основы построения, импорта и подготовки геометрии для моделирования. Построение и оптимизация сетки. Решение математических задач (уравнение Лапласа, Пуансона, стандартные граничные условия. Визуализация и анализ результатов моделирования.
1.2.	Введение в моделирование электромагнитных полей	Основные уравнения, уравнения решаемые в COMSOL Multiphysics. Электромагнитны свойства материалов , используемые для моделирования. Граничные условия и источники поля. Моделирование элементов систем индукционного нагрева.
1.3.	Введение в моделирование тепловых	Основные уравнения, уравнения решаемые в COMSOL Multiphysics. Теплотехнические свойства материалов,

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	полей	используемые для моделирования. Граничные условия и источники поля. Моделирование элементов систем индукционного нагрева
1.4.	Введение в моделирование гидродинамических полей	Основные уравнения, уравнения решаемые в COMSOL Multiphysics. Свойства жидкостей и газов, используемые для моделирования. Граничные условия и источники поля. Моделирование элементов систем индукционного нагрева.
1.5.	Решение мультифизических задач	Мультифизические связи между электромагнитной, тепловой и гидродинамическими подсистемами. Мультифизическое моделирование систем индукционного нагрева с учетом металлического расплава (совместное моделирование электромагнитного, теплового и гидродинамического полей с учетом их взаимного влияния.

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
Решение задач	Решение задач по теме

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. Бате, К.-Ю. Методы конечных элементов : пер. с англ. / К.-Ю. Бате. – М. : Физматлит, 2010. – 1024 с. – ISBN 978-5-9221-1181-2..

б) литература ЭБС и БД:

1. В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин- "Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными первого порядка", Издательство: "Физматлит", Москва, 2003 - (417 с.)

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68439;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68439)

2. Степучев В. Г.- "Дифференциальные уравнения в частных производных", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (144 с.)

[https://e.lanbook.com/book/169798.](https://e.lanbook.com/book/169798)

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 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
-------	-------------------------------------	----------------------------

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дергачев П.А.
Идентификатор	Rrc655738-DergachevPavA-c35942	

П.А.
Дергачев