



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	Технологии и оборудование аддитивного производства
Форма обучения	очная
Выдаваемый документ	удостоверение о повышении квалификации
Новая квалификация	не присваивается
Центр ДО	Кафедра "Электроснабжение промышленных предприятий и электротехнологий"

Зам. директора ИДДО
(должность)

	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)

	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)

	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 ЭППЭ
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

(подпись)

С.А. Цырук
(расшифровка
подписи)

Москва

Руководитель
образовательной
программы

(должность)



Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Кожеченко А.С.
Идентификатор	R399aefbb-KozhechenkoAS-3ab275

(подпись)

А.С.
Кожеченко
(расшифровка
подписи)

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: изучение принципов реализации технологий аддитивного производства изделий из различных материалов, особенностях применяемого оборудования и методах управления.

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. № 14722.03.2018 г. № 50476.

- с Профессиональным стандартом 40.159 «Специалист по аддитивным технологиям», утвержденным приказом Минтруда 05.10.2022 г. № 697н, зарегистрированным в Минюсте России 05.11.2022 г. № 60744, уровень квалификации 7.

Форма реализации: обучение с использованием исключительно 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: слушатель должен иметь высшее образование, что подтверждается дипломом. Либо слушатель должен получать высшее образование, что подтверждается справкой..

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: - принципы реализации технологии послойного лазерного и электронно-лучевого плавления порошка на подложке - принципы действия и отличительные особенности современных технологий аддитивного производства изделий из полимерных материалов; - принципы действия и отличительные особенности современных технологий аддитивного производства изделий из полимерных материалов.
	Уметь:
	Владеть:
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знать: - особенности технологий аддитивного формообразования с подачей присадочной проволоки; - принципы реализации технологий направленного энерговклада для аддитивного производства с подачей порошка.
	Уметь: - применять полученные знания для выбора элементов оборудования для реализации аддитивных технологий.
	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
40.159 «Специалист по аддитивным технологиям»	

<p>ПК-962/D/01.7/1 способен осуществлять разработку комплексных решений в области производств, использующих методы аддитивных технологий</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выбор оборудования, реализующего аддитивные технологии, встраиваемого в производственные линии, обеспечивающего наилучшее соотношение цены и качества готовой продукции; - Составление заявки на оборудование аддитивных производств с использованием вычислительной техники и программного обеспечения; - Выявление потребности в дополнительной механической обработке поверхности или упрочняющей обработке на основе технических заданий на изделия аддитивных производств; - Внедрение гибридных производств, сочетающих аддитивные технологии и технологические процессы токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования; - Оптимизация материальных и информационных производственных потоков при проектировании комплексных решений в области аддитивных производств; - Разработка структуры технологических комплексов на основе аддитивных технологий, соответствующей оптимальным материальным и информационным потокам; - Выявление потребности в разработке комплексных технологических решений в области аддитивных производств, требующих дополнительной механической обработки поверхности, технологий формирования специальных покрытий и упрочняющей обработки; - Разработка технического задания на оборудование аддитивных производств; - Согласование технического задания на оборудование аддитивных производств с руководством подразделения и экономической службой организации; - Проектное руководство группой инженеров и техников при разработке аддитивных технологических процессов, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий; - Организация разработки технологических процессов оборудования аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий.
--	--

Умения:

- Определять потребности в комплексных решениях в области аддитивных производств, интегрированных в производственный процесс изготовления изделий;
- Выполнять поиск данных о комплексных решениях в области аддитивных производств в электронных справочных системах и библиотеках;
- Искать информацию о комплексных решениях в области аддитивных производств с использованием информационно-телекоммуникационной сети "Интернет";
- Использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования разрабатываемых комплексных решений в области аддитивных производств;
- Определять оптимальную схему материальных и информационных потоков в разрабатываемых интегрированных технологических процессах аддитивных производств при помощи компьютерного моделирования;
- Применять в комплексных решениях в области производств, использующих методы аддитивных технологий, гибридные производства, включающие в себя операции токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования;
- Осуществлять обобщенные экономические расчеты при помощи вычислительной техники и прикладных программ;
- Осуществлять формирование структур комплексных систем аддитивных производств при помощи вычислительной техники и прикладных программ;
- Осуществлять интеграцию оборудования аддитивных производств в производственные линии;
- Определять оборудование аддитивных производств, встраиваемое в производственные линии, с учетом требуемого качества готовой продукции, затрат и промышленной безопасности;
- Прогнозировать расходы на реализацию комплексных решений в области аддитивных производств при помощи вычислительной техники и прикладных программ;
- Оценивать экономический эффект от интеграции аддитивных производств в производственные линии при помощи вычислительной техники и прикладных программ;
- Оформлять при помощи вычислительной техники и прикладных программ технологическую документацию в области аддитивных производств в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;
- Организовывать взаимодействие и информационные потоки между инженерами и техниками, участвующими в интеграции оборудования и технологий аддитивных производств в производственные линии;
- Просматривать запланированные работы, контролировать сроки выполнения работ, определять назначенные ресурсы, очередность выполнения работ, подавать заявки на внесение изменений в очередность работ, отмечать выполнение работ, готовить отчеты о выполненных работах с использованием

Знания:

- Нормативно-технические и руководящие документы на технологические процессы механической, термической обработки и их результаты;
- Основы надежности и устойчивости цифровых технологий;
- Структура, возможности и аппаратная реализация систем автоматического управления производственными линиями, в которые интегрировано оборудование аддитивных производств;
- Методология применения систем управления базами данных и базами знаний;
- Принципы компьютерной безопасности при работе на автоматизированных рабочих местах, включенных в локальную и внешнюю сеть;
- Основы управления персоналом;
- Основы руководства проектом;
- Принципы стандартизации и унификации в области промышленной цифровизации;
- Принципы автоматизированного управления гибкими производствами;
- Технологические возможности и методика интеграции оборудования аддитивных производств в производственные линии;
- Методика управления информационными потоками;
- Структура и назначение интеллектуальных подсистем автоматического принятия и реализации решений;
- Порядок оформления производственно-технической документации с использованием вычислительной техники и прикладных программ;
- Информационные технологии, обеспечивающие передачу, автоматизированную обработку и визуализацию собираемых данных;
- Прикладные программы управления проектами: наименования, возможности и порядок работы в них;
- Основы экономики;
- Особенности применения оборудования аддитивных производств, интегрированных в комплексные системы и производственные линии;
- Единая система технологической подготовки производства;
- Единая система технологической документации;
- Единая система допусков и посадок;
- Единая система конструкторской документации;
- Методики расчета экономической эффективности с применением программных средств;
- Конструктивные особенности оборудования аддитивных производств, интегрированного в комплексные системы и производственные линии;
- Требования, предъявляемые к оборудованию аддитивных производств, встраиваемому в производственные линии;
- Системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования: наименования, возможности и порядок

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 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	Технологии и оборудование аддитивного производства	70	38		38		0	32			Нет	
1.1.	Технологии аддитивного производства изделий из полимерных материалов	10	6		6		0	4		Тестирование		
1.2.	Аддитивные технологии, основанные на плавлении порошка на подложке (PBF).	13	7		7		0	6		Тестирование		
1.3.	Технологии	1	9		9		0	8		Тести		

	направленного энерговклада (DED, DMD) с подачей присадочного материала в виде порошка	7							рование		
1.4.	Технологии аддитивного формообразования с подачей присадочного материала в виде проволоки	17	9		9		0	8	Тестирование		
1.5.	Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования.	13	7		7		0	6	Контрольная работа		
2	Итоговая аттестация	2	1				1	1			Итоговый зачет
	ИТОГО:	72	39	0	38	0	1	33	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.	Технологии и оборудование аддитивного производства	
1.1.	Технологии аддитивного производства изделий из полимерных материалов	Технологии аддитивного производства изделий из полимерных материалов
1.2.	Аддитивные технологии, основанные на плавлении порошка на подложке (PBF).	Аддитивные технологии, основанные на плавлении порошка на подложке (PBF).
1.3.	Технологии направленного энерговклада (DED, DMD) с подачей присадочного материала в виде порошка	Технологии направленного энерговклада (DED, DMD) с подачей присадочного материала в виде порошка
1.4.	Технологии аддитивного формообразования с подачей присадочного материала в виде	Технологии аддитивного формообразования с подачей присадочного материала в виде проволоки

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	проволоки	
1.5.	Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования.	Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования.

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
<i>Не предусмотрено</i>	

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 *итогового зачета*. 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. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; общ. ред. А. Л. Галиновский . – Москва : Юрайт, 2020 . – 115 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-12043-1 .;

2. Аддитивные технологии в производстве металлических конструкций : учебник по курсам "Аддитивные технологии в современном производстве" (направление 13.04.03 "Энергетическое машиностроение"); "Аддитивные технологии" (направление 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"); "Плазменные, электронно-лучевые и лазерные установки" (направление 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника") и др. / А. В. Щербаков, Д. А. Гапонова, А. П. Слива, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. А. Г. Григорьянц, В. К. Драгунов . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 676 с. - Авторы указаны на обороте тит. л. - ISBN 978-5-7046-2493-6 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11936>;

3. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства : [трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство] : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер . – Москва : Техносфера, 2020 . – 648 с. – (Мир станкостроения) . - ISBN 978-5-94836-447-6 .;

4. Электронно-лучевая технология аддитивного формообразования с подачей присадочной проволоки : монография / А. В. Щербаков, Д. А. Гапонова, А. П. Слива, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – 2-е изд., испр. и перераб. . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 196 с. - ISBN 978-5-7046-2336-6 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11423>.

б) литература ЭБС и БД:

1. С. В. Каменев, К. С. Романенко- "Технологии аддитивного производства", Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2017 - (145 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769>.

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 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 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	08.02.2023

Руководитель
образовательной
программы

(должность)

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Кожеченко А.С.
Идентификатор	R899aefbb-KozhechenkoAS-3ab275

(подпись)

А.С.

Кожеченко

(расшифровка
подписи)