

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

СОГЛАСОВАНО

Проректор по УР

 (Балашов А.Г.)

«12» февраля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

 (Анисимов А.А.)

(Анисимов А.А.)

«12» февраля 2024 г.

**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ
ПО ПРОФЕССИИ «ОПЕРАТОР АДДИТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Москва 2024

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Цель программы – подготовка специалистов, способных работать с аддитивным оборудованием, в том числе для 3D печати, способных проектировать 3D модели.

1.2. Описание профессии рабочего или должности служащего

Название профессий рабочих - Оператор аддитивного оборудования, квалификационный разряд не присваивается в соответствии с приказом Минпросвещения России от 14.07.2023 №534 "Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение".

Код в соответствии с Общероссийским классификатором профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов – 3115 – Специалист по аддитивным технологиям

1.3. Планируемые результаты освоения программы

Компетенции определены на основании профессионального стандарта «Специалист по аддитивным технологиям» № 962 (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 5 октября 2020 г. N 697н)

Код и формулировка компетенции	Трудовая функция в соответствии с ПС		Индикаторы достижения компетенций
	Наименование	Код	
ПК-1 Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий	Выполнение несложных мероприятий по контролю технологий аддитивного производства	A/01.4	Знания: - понятия, основные методы, используемые материалы аддитивных производств; - единая система конструкторской документации; - требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности в аддитивном производстве; - методика проверки исходных материалов для используемых в организации технологий аддитивного производства. Умения: - осуществлять текущий контроль выполнения требований технологии при помощи датчиков технологического оборудования аддитивного производства, дополнительных средств измерений и

			видеонаблюдения; - оценивать соответствие исходного материала для изготовления несложных изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме; - использовать компьютерно-измерительные системы для контроля основных технологических параметров аддитивных производств. Опыт деятельности: - печать двухцветных моделей на принтере Designer X-Pro, подготовка управляющих программ в слайсере Polygon X; - периодическая проверка качества исходных материалов для аддитивного производства; - периодический контроль несложных операций последующей обработки изделий аддитивного производства.
--	--	--	---

1.4. Трудоемкость обучения

Трудоемкость обучения по данной программе – 108 часов, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

1.5. Форма обучения

Форма обучения: очная.

1.6. Режим занятий

Без отрыва от работы (учебы).

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

2.1.1. Учебный план основной программы профессионального обучения (очная форма)

№ п/п	Наименование учебных дисциплин (модулей)	Общая трудоемкость, час	Из них аудиторных часов:				СРС, час	Промежуточная аттестация
			Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
1	Аддитивное оборудование	48	24	8	16	-	24	Зачет
2	3-D моделирование	56	26	8	18		30	Зачет
3	Итоговая аттестация	4	-	-	-	-	4	Квалификационный экзамен
	Итого по программе	108	50	16	34		58	

2.2. Календарный учебный график

Недели Модули	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
Итоговая аттестация												

3. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

3.1. Рабочая программа модуля «Аддитивное оборудование»

3.1.1. Цели и задачи модуля

Цель изучения дисциплины - приобретение слушателями как теоретических, так и практических навыков эксплуатации оборудования для 3D печати, его настройки и периодического обслуживания.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование системы теоретических знаний и практических навыков по выбору материалов для изготовления моделей;
- формирование системы теоретических знаний и практических навыков по технике безопасности при работе с оборудованием;
- формирование системы теоретических знаний и практических навыков по технологии аддитивной печати.

3.1.2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)/практики

Планируемые результаты освоения программы:

Модуль участвует в формировании компетенции ПК-1 Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий

В результате изучения дисциплины обучающийся должен иметь:

Знания:

- Понятия, основные методы, используемые материалы аддитивных производств.
- Единая система конструкторской документации.

Умения:

- Осуществлять текущий контроль выполнения требований технологии при помощи датчиков технологического оборудования аддитивного производства, дополнительных средств измерений и видеонаблюдения
- Оценивать соответствие исходного материала для изготовления несложных изделий аддитивного производства предъявляемым технологическим требованиям по химическому составу и форме

Опыт деятельности:

- Периодическая проверка качества исходных материалов для аддитивного производства
- Периодический контроль несложных операций последующей обработки изделий аддитивного производства

3.1.3. Учебно-тематический план модуля «Аддитивное оборудование»

№	Наименование разделов и тем	Всего, час	Контактная работа, час			Самостоятельная работа, час
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
1	Принципы работы аддитивного оборудования	24	4	8		12
2	3D принтер Designer X-pro	24	4	8		12
	Всего	48	8	16		24
Промежуточная аттестация зачет						

3.1.4. Содержание дисциплины модуля «Аддитивное оборудование»

Перечень лекций

Номер раздела и темы	Краткое содержание	Количество часов
1	Типы аддитивного оборудования, принципы работы, область применения. Типы материалов для 3D печати, параметры материалов, область применения.	4
2	Принтер Designer X-pro, настройка режимов печати. Периодическое обслуживание, сервис сопла, калибровка стола	4

Перечень практических занятий
Практические занятия не предусмотрены.

Перечень лабораторных занятий

Номер раздела и темы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов
1	Загрузка филамента, печать одноцветных моделей.	4
1	Загрузка разных филаментов, печать двухцветных моделей, использование растворимой поддержки.	4
2	Работа с меню принтера, загрузка через локальную сеть, изменение параметров печати, смена пластика.	4
2	Обслуживание печатающей головки, калибровка стола, смена сопла, калибровка термодатчика.	4

Самостоятельная работа

Номер раздела и темы	Вид работы или краткое содержание работы	Количество часов
1	Изучение принципа работы FDM принтеров	6
1	Изучение параметров и области применения ABS, PLA, PVA пластиков	6
2	Изучение инструкции по обслуживанию принтера Designer X-pro	6
2	Изучение ремонтной документации на принтер Designer X-pro	6

3.1.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля.

- ГОСТ Р 57558-2017. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения. Дата обращения: 11 апреля 2023. Архивировано 12 апреля 2023 года.
- ISO/ASTM 52900:2021. Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary (англ.). Дата обращения: 11 апреля 2023. Архивировано 8 марта 2023 года.
- Токарев Борис Евгеньевич. Анализ рынка 3D-принтеров: состояние и перспективы // Практический маркетинг. — 2014. — Вып. 3 (205). — С. 3–10. — ISSN 2071-3762. Архивировано 12 апреля 2023 года.
- ASTM F2792-12a Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies Архивная копия от 15 апреля 2023 на Wayback Machine // ASTM International. — 2015.
- Google Books Ngram Viewer (англ.). books.google.com. Дата обращения: 12 апреля 2023. Архивировано 12 апреля 2023 года.
- David L. Bourell, Joseph J. Beaman, Terry Wohlers. History and Evolution of Additive Manufacturing (англ.) // Additive Manufacturing Processes / David L. Bourell, William Frazier, Howard Kuhn, Mohsen Seifi. — ASM International, 2020-06-15. — P. 11–18. — ISBN 978-1-62708-290-7. — doi:10.31399/asm.hb.v24.a0006548.
- ISO DIS 17296-1. IHS Markit Standards Store by S&P Global. Дата обращения: 12 апреля 2023. Архивировано 12 апреля 2023 года.
- ISO/ASTM 52900:2015. Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary. Дата обращения: 12 апреля 2023. Архивировано 12 апреля 2023 года.

3.1.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование учебных аудиторий и помещений	Оснащенность учебных аудиторий и помещений	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория электроники	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ. ПК. Мультиметр DMM4020. Проектор Epson EB-824H	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC Azure Dev Tools for Teaching (Microsoft) LibreOffice
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

3.1.7. Система контроля и оценивания модуля

Оценка качества освоения дисциплины включает текущую и промежуточную аттестацию слушателей.

Текущая аттестация – контроль посещения лекций и лабораторных работ, промежуточная аттестация - зачет.

Для оценки успеваемости слушателей по дисциплине используется накопительная балльная система. Баллами оцениваются: посещение лекций - 10 баллов за каждую лекцию, максимум 20 баллов; выполнение лабораторных работ (от 0 до 15 баллов за каждую работу), максимум 60 баллов; сдача зачета (до 20 баллов).

Условия начисления баллов по критериям оценивания лабораторных занятий:

Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Выполнения заданий лабораторной работы	Корректное применение полученных знаний	Слушатель корректно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий	5
		В остальных случаях	0

	Выполнение заданий в срок	Слушатель выполнил задание в оговоренное время	5
		В остальных случаях	0
	Активность и вовлеченность на занятии	Слушатель принимает активное участие в обсуждениях/тренингах	5
		В остальных случаях	0
Суммарный балл по показателю:			0-15

Зачет состоит из письменного ответа на вопрос по изучаемой дисциплине. Пример типового задания на зачет:

1. Какие типы аддитивных технологий вы знаете?

Условия начисления баллов по критериям оценивания задания на зачет:

Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Ответ на вопрос в письменном виде	Корректность и полнота ответа на вопрос	Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, приведены корректные примеры	20
		Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, примеры некорректны или отсутствуют	17
		Даны ответы с незначительными ошибками, приведены корректные примеры	14
		Даны ответы с незначительными ошибками, примеры некорректны или отсутствуют	10
		В остальных случаях	0
Суммарный балл по показателю:			0-20

Аттестация проводится в форме зачета. Слушатель считается аттестованным и получает зачет по дисциплине, если по результатам курса набрано более 50 баллов и сданы все контрольные мероприятия.

3.2. Рабочая программа модуля «3-D моделирование»

3.2.1. Цели и задачи модуля

Цель изучения дисциплины - приобретение обучающимся как теоретических, так и практических навыков создания несложных 3-D моделей в системах автоматизированного проектирования и подготовки управляющих программ для оборудования аддитивной печати.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование системы теоретических знаний и практических навыков по созданию моделей по режимам работы специального программного обеспечения.

3.2.2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Планируемые результаты освоения программы:

Модуль участвует в формировании компетенции ПК-1 Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий

В результате изучения дисциплины обучающийся должен иметь:

Знания:

- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности в аддитивном производстве.
- Методика проверки исходных материалов для используемых в организации технологий аддитивного производства.

Умения:

- Использовать компьютерно-измерительные системы для контроля основных технологических параметров аддитивных производств.

Опыт деятельности:

- Печать двухцветных моделей на принтере Designer X-Pro, подготовка управляющих программ в слайсере Polygon X

3.2.3. Учебно-тематический план модуля «3-D моделирование»

№	Наименование разделов и тем	Всего, час	Контактная работа, час			Самостоятельная работа, час
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
1	Проектирование моделей в САПР SolidWorks	32	6	16		10
2	Подготовка управляющих программ	24	4	12		8
	Всего	56	10	28		18
Промежуточная аттестация: зачет						

3.2.4. Содержание дисциплины модуля «3-D моделирование»

Перечень лекций

Номер раздела и темы	Краткое содержание	Количество часов
1	САПР SolidWorks, назначение, основные возможности. Проектирование деталей, инструменты эскиза. Проектирование сборок, инструменты сопряжения	6
2	Программа (слайсер) Polygon X. Работа в базовом режиме. Программа (слайсер) Polygon X. Двухцветная печать	4

Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

Перечень лабораторных занятий

Номер раздела и темы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов
1	САПР SolidWorks, Проектирование бобышек и вырезов	4
1	САПР SolidWorks, Проектирование фигур вращения	4
1	САПР SolidWorks, Проектирование сплайнов, фасок и скруглений	4
1	САПР SolidWorks, Проектирование сборок	4
2	Polygon X. Настройки слайсера в базовом и профессиональном режимах	4
2	Polygon X. Мультипликация моделей, поддержка, защита моделей	4
2	Polygon X. Настройка двухцветной печати	4

Самостоятельная работа

Номер раздела и темы	Вид работы или краткое содержание работы	Количество часов
1	Изучение принципов работы в механических САПР	4
1	Изучение команд и инструментов САПР SolidWorks.	6
2	Изучение инструкции оператора принтера Designer X-pro	4
2	Изучение совместимости филаментов различных фирм и марок	4

3.2.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля.

- ГОСТ Р 57558-2017. Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения. Дата обращения: 11 апреля 2023. Архивировано 12 апреля 2023 года.
- Руководство для учащихся по изучению программного обеспечения SolidWorks. Интернет ресурс: https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_RUS.pdf
- Основы моделирования в SOLIDWORKS. Интернет ресурс: <https://autocad-lessons.com/kniga-solidworks/>
- SolidWorks компьютерное моделирование в инженерной практике. ISBN 5-94157-558-0 БХВ-Петербург, 800стр
- Руководство пользователя Designer XPRO. Интернет ресурс: <https://picaso-3d.ru/ru/techsupport/manual/designer-x-pro/pdf/>

3.1.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование учебных аудиторий и помещений	Оснащенность учебных аудиторий и помещений	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Crome); Acrobat reader DC
Лаборатория электроники	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google

Наименование учебных аудиторий и помещений	Оснащенность учебных аудиторий и помещений	Перечень программного обеспечения
	информационно-образовательную среду МИЭТ. ПК, Принтер Design X-Pro. Проектор Epson EB-824H	Crome); LibreOffice. Polygon X
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Crome); Acrobat reader DC

3.1.7. Система контроля и оценивания модуля

Оценка качества освоения дисциплины включает текущую и промежуточную аттестацию слушателей.

Текущая аттестация – контроль посещения лекций и лабораторных работ, промежуточная аттестация - зачет.

Для оценки успеваемости слушателей по дисциплине используется накопительная балльная система. Баллами оцениваются: посещение лекций - 2 балла за каждую лекцию, максимум 10 баллов; выполнение лабораторных работ (от 0 до 10 баллов за каждую работу), максимум 70 баллов; сдача зачета (до 20 баллов).

Условия начисления баллов по критериям оценивания лабораторных занятий:

Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Выполнения заданий лабораторной работы	Корректное применение полученных знаний	Слушатель корректно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий	5
		В остальных случаях	0
	Активность и вовлеченность на занятии	Слушатель принимает активное участие в обсуждениях/тренингах	5
		В остальных случаях	0
		Суммарный балл по показателю:	

Зачет состоит из письменного ответа на вопрос по изучаемой дисциплине. Пример типового задания на зачет:

1. Какие режимы работы присутствуют в программе Polygon X?

Условия начисления баллов по критериям оценивания задания на зачет:

Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Ответ на вопрос в письменном виде	Корректность и полнота ответа на вопрос	Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, приведены корректные примеры	20
		Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, примеры некорректны или отсутствуют	17
		Даны ответы с незначительными ошибками, приведены корректные примеры	14
		Даны ответы с незначительными ошибками, примеры некорректны или отсутствуют	10
		В остальных случаях	0
Суммарный балл по показателю:			0-20

Аттестация проводится в форме зачета. Слушатель считается аттестованным и получает зачет по дисциплине, если по результатам курса набрано более 50 баллов и сданы все контрольные мероприятия.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Описание учебно-методического и материально-технического обеспечения основной программы профессионального обучения приведено в рабочих программах учебных дисциплин (модулей),

5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Оценка качества освоения основной программы профессионального обучения включает промежуточную аттестацию по дисциплинам и итоговую аттестацию в виде квалификационного экзамена.

Промежуточная аттестация предусматривает сдачу зачетов по каждому из модулей дисциплины. Слушатели, имеющие зачеты по обоим модулям, допускаются к квалификационному экзамену.

Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу и проверку теоретических знаний в пределах квалификационных требований, указанных в квалификационных справочниках. Экзамен принимается квалификационной комиссией состоящей, как минимум, из трех человек.

Слушатель отвечает на два теоретических вопроса из экзаменационного билета и выполняет практическую задачу на действующем оборудовании.

Примерный перечень вопросов теоретической части квалификационного экзамена:

1. Какие типы аддитивных технологий бывают?
2. В чем суть технологии FDM?
3. В чем суть технологии лазерной стереолитографии?
4. В чем суть технологии выборочного лазерного спекания?

5. Сферы применения аддитивных технологий 3D печати .
6. Порядок проектирования 3D моделей в САПР solidWorks
7. Инструменты эскиза в САПР SolidWorks
8. Порядок подготовки информации для станка в ПО Polygon X
9. Мультипликация и поворот моделей в ПО Polygon X
10. Базовый и профессиональный режимы подготовки информации в ПО Polygon X

Типовые задания к практической части квалификационного экзамена:

1. Заправить пластик PLA в принтер Design X-Pro
2. Провести калибровку стола принтера Design X-Pro
3. Напечатать 2 детали на принтере Design X-Pro из заданного файла (применить мультипликацию и поворот деталей)
4. Подготовить управляющую программу для принтера с помощью программы Polygon X/ (исходные данные в STL формате)
5. Создать в SolidWorks 3D модель втулки по заданному чертежу

Условия начисления баллов по критериям оценивания квалификационного экзамена:

Условия начисления баллов по критериям оценивания квалификационного экзамена:			
Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Ответ на вопрос в письменном виде	Корректность и полнота ответа на вопрос	Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, приведены корректные примеры	5
		Даны корректные определения понятий и формулировки утверждений, примеры некорректны или отсутствуют	4
		Даны ответы с незначительными ошибками, приведены корректные примеры	3
		Даны ответы с незначительными ошибками, примеры некорректны или отсутствуют	2
		В остальных случаях	0
Выполнение практического задания	Корректность выполнения задания	Задание выполнено корректно, без ошибок	10
		Задание содержит незначительные ошибки при выполнении	7
		Задание содержит значительные ошибки при выполнении	3
		В остальных случаях	0
	Полнота выполнения задания	Задание решено в полном объеме и в полной мере отражает содержание темы	5
		Задание не в полной мере отражает содержание темы	4
		Задание решено частично	3
		В остальных случаях	0
Суммарный балл по показателю:			0-25

Общая сумма баллов переводится в 100-балльную шкалу (умножается на 4).

Уровень подготовки обучающихся оценивается в баллах: 86–100 (отлично), 70–85 (хорошо), 50–69 (удовлетворительно), менее 50 (неудовлетворительно).

После освоения слушателем образовательной программы и успешного прохождения итоговой аттестации ему выдается свидетельство о профессии рабочего, должности служащего, установленного Университетом образца.

Слушателю, не прошедшему проверку знаний по образовательной программе или получившему по результатам итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также Слушателю, освоившему часть образовательной программы и (или) отчисленному из МИЭТ, выдается справка об обучении или о периоде обучения.

Разработчики программы:

Старший преподаватель
Института МПСУ



А.Л. Желобаев

Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю. Соколова

Руководитель ЦПК



Т.В. Миршук

Зам директора Института МПСУ



Д.В. Калеев