



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 | Использование инструментов 3D сканирования и 3D печати для решения задач реверс-инжиниринга комплектующих оборудования |
| Форма обучения | очная |
| Выдаваемый документ | удостоверение о повышении квалификации |
| Новая квалификация | не присваивается |
| Центр ДО | Инжиниринговый центр "Энергетика больших мощностей нового поколения" |

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 ИЦ ЭБМ

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Осипов С.К. |
| | Идентификатор | R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91 |

С.К. Осипов

Москва

Руководитель
образовательной
программы



| | |
|---|-----------------------------|
| Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| Владелец | Осипов С.К. |
| Идентификатор | R06dc7f87-Osipov5K-e84c9a91 |

С.К. Осипов

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: программа предназначена для повышения компетенций (повышения квалификации: усовершенствования профессиональных знаний, навыков и умений) в области обратного проектирования комплектующих оборудования..

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям), утвержденным приказом Минобрнауки от 07.12.2017 г. № 119621.12.2017 г. № 49356.

- с Профессиональным стандартом 28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства», утвержденным приказом Минтруда 30.09.2020 г. № 681н, зарегистрированным в Минюсте России 26.10.2020 г. № 60581, уровень квалификации 8.

- 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 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.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу должны иметь средне-специальное техническое или высшее техническое образование..

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 |
|---|---|
| ОК-1: Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | Знать: - Устройство 3D принтеров и 3D сканеров.. |
| | Уметь: - Использовать 3D сканеры и 3D принтеры для решения задач реверс-инжиниринга комплектующих оборудования.. |
| | Владеть: - 3D сканерами и 3D принтерами.. |

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 |
|---|---|
| 28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства» | |
| ПК-995/А/03.7/1 способен осуществлять реверсивный инжиниринг продукции машиностроения | Трудовые действия: - Управление этапом проведения геометрических измерений объекта реверсивного инжиниринга. Умения: - Осуществлять сбор информации об объекте реверсивного инжиниринга; - Оказывать информационную и техническую поддержку на всех этапах реверсивного инжиниринга, в том числе с использованием автоматизированных программ управления жизненным циклом изделия; - Разрабатывать техническое задание на определение геометрических параметров и форм объекта реверсивного инжиниринга; - Контролировать процесс производства опытного образца изделия машиностроения. |

| | |
|--|--|
| | <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Виды и возможности оборудования, применяемого для измерений геометрических параметров объекта реверсивного инжиниринга; - Современные системы автоматизированного проектирования: наименования, возможности и порядок работы в них; - Порядок и методы измерений геометрических параметров объекта реверсивного инжиниринга; - Способы и методы моделирования изделия. |
| <p>40.159 «Специалист по аддитивным технологиям»</p> | |
| <p>ПК-962/В/02.5/1 способен осуществлять постановку на производство методами аддитивных технологий несложных изделий</p> | <p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Перенос файла на несложное изделие в технологическое оборудование аддитивного производства и его корректировка средствами системы управления аддитивными процессами; - Разработка технологических процессов последующей обработки несложного изделия аддитивного производства; - Настройка технологического оборудования аддитивного производства для изготовления несложных изделий; - Корректировка технологических параметров в зависимости от выявленных отклонений от заданных свойств и структуры несложных изделий аддитивного производства; - Преобразование файлов на несложные изделия в формат, используемый машиной аддитивного производства; - Контроль результатов изготовления несложных изделий на оборудовании аддитивного производства. |

| | |
|--|---|
| | <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none">- Преобразовывать файлы, сгенерированные системой автоматизированного проектирования при разработке конструкции несложного изделия, в файлы, применяемые системой управления машиной аддитивного производства, с использованием вычислительной техники и прикладных программных средств;- Загружать файл используемого формата на несложное изделие в автоматизированную систему управления машиной аддитивного производства;- Производить в файле используемого формата при помощи вычислительных средств технологического оборудования аддитивного производства исправление размеров, позиционирование и ориентацию для изготовления несложного изделия;- Настраивать при помощи системы автоматизированного управления технологическое оборудование аддитивного производства с учетом конструкции, материала и технологии изготовления несложного изделия;- Анализировать результаты изготовления несложных изделий аддитивного производства;- Уточнять технологические параметры изготовления несложного изделия аддитивного производства;- Согласовывать и вносить изменения и дополнения в технологическую документацию на новое несложное изделие аддитивного производства. |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Порядок настройки технологического оборудования аддитивного производства для изготовления несложных изделий; - Технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности, улучшения эстетического вида изделия аддитивного производства; - Назначение и технология основных операций последующей обработки после аддитивных производств; - Требования, предъявляемые к изделию аддитивного производства, подвергнутого последующей типовой обработке; - Порядок преобразования файлов системы автоматизированного управления в файлы, обрабатываемые машиной аддитивного производства, при помощи вычислительной техники и программного обеспечения; - Методика загрузки и корректировки файлов, распознаваемых автоматизированной системой управления технологического оборудования аддитивного производства, при помощи встроенных вычислительных средств; - Порядок настройки технологического оборудования аддитивного производства для изготовления несложных изделий; - Технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности, улучшения эстетического вида изделия аддитивного производства. |
|--|--|

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:

- **0,6** зачетных единиц;

23 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.

| | | | | | | | | | | | |
|------|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|----------------|
| | изделий (факультатив) | | | | | | | | | | |
| 1.7. | Основные виды 3D-сканирования и используемое оборудование | 2 | 2 | 2 | | | | | | | |
| 1.8. | Подключение 3D-сканера, калибровка, 3D-сканирование. | 2 | 2 | 2 | | | | | | | |
| 1.9. | Постобработка облака точек, полученного после сканирования | 2 | 2 | 2 | | | | | | | |
| 2 | Итоговая аттестация | 1 | 1 | | | | 1 | | | | Итоговый зачет |
| | ИТОГО: | 23 | 23 | 22 | 0 | 0 | 1 | 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. | Использование инструментов 3D сканирования и 3D печати для решения задач реверс-инжиниринга комплектующих оборудования | |
| 1.1. | Возможности принтера PICASO 3D Designer XL PRO S2, расходники | Устройство принтера PICASO 3D Designer XL PRO S2, основы его эксплуатации и проведения сервисных работ. Обзор расходных материалов, используемых для 3D печати в PICASO 3D Designer XL PRO S2. |
| 1.2. | Приобретение навыков работы с принтером PICASO 3D Designer XL PRO S2 и его обслуживания | Приобретение навыков работы с принтером PICASO 3D Designer XL PRO S2 и его обслуживания Практика Запуск 3D-принтера, заправка материалами, калибровка. Изучение меню принтера. Изучение устройства принтера. Замена расходных материалов, сервис. PICASO 3D Designer XL PRO S |
| 1.3. | Подготовка 3D-моделей к печати | Подготовка существующей 3D-модели изделия к 3D-печати в ПО Polygon X. Режимы печати, рекомендации по ориентации модели на столе. Запуск печати подготовленной 3D-модели. |
| 1.4. | Себестоимость напечатанных изделий и способы ее снижения. | Оценка себестоимости изготовления изделий методом 3D-печати. Изучение способов снижения себестоимости изготовления. |
| 1.5. | Базовые принципы 3D-печати (факультатив) | Базовые принципы 3D печати, обзор технологий печати, обзор 3D принтеров, представленных на рынке. |
| 1.6. | Постобработка | Обзор возможных вариантов постобработки |

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) |
|-------|---|---|
| | напечатанных изделий (факультатив) | напечатанных изделий. |
| 1.7. | Основные виды 3D-сканирования и используемое оборудование | Технологии лазерного и оптического 3D-сканирования, сравнение данных методов. Устройство 3D-сканера RangeVision Spectrum основы его эксплуатации и проведения сервисных работ. Базовые принципы получения облака точек с помощью 3D-сканера RangeVision Spectrum (общая последовательность действий). |
| 1.8. | Подключение 3D-сканера, калибровка, 3D-сканирование. | Подключение 3D-сканера, калибровка. Подготовка дефектного изделия или его частей к сканированию (матирование и прочее). 3D-сканирование. |
| 1.9. | Постобработка облака точек, полученного после сканирования | Постобработка облака точек отсканированного изделия или его частей в RangeVision ScanCenter |
| 1.10. | Доработка 3D модели изделия полученного с помощью 3D-сканирования в Компас 3D | Рассмотрение различных вариантов доработки моделей дефектных изделий. |
| 1.11. | Работа в Geomagic X | Создание твердотельных моделей простых деталей из облака точек. |

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложении 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 . 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:

Не предусмотрено

б) литература ЭБС и БД:

1. Горунов А. И., Гайсина А. Р., Гильмутдинов А. Х.- "Основы аддитивного производства", Издательство: "КНИТУ-КАИ", Казань, 2019 - (16 с.)
<https://e.lanbook.com/book/144009>.

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 |
|-------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Программа утверждена | 11.09.2023 |

Руководитель
образовательной
программы

| | | |
|---------------|--|-------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Осипов С.К. |
| Идентификатор | R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91 | |

С.К.
Осипов