

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский университет транспорта (МИИТ)» РУТ (МИИТ)

Центр «Высшая школа педагогического мастерства»

УТВЕРЖДАЮ Первый проректор



В.В. Виноградов

М.П.

«08» июля 2019 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ПРОГРАММА

повышения квалификации

«Аддитивные технологии и работа с ЧПУ станками»
(по направлению подготовки - 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»)

Москва 2019 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа повышения квалификации «Аддитивные технологии и работа с ЧПУ станками» (далее - программа) разработана в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 (в ред. от 15.11.2013) с учетом потребности Российского университета транспорта (МИИТ) в дополнительном профессиональном образовании профессорско-преподавательского состава и работников, в чьи компетенции входят вопросы использования аддитивных технологий и ЧПУ станков для создания физических макетов и готовы изделий.

Содержание программы соответствует нормам Трудового кодекса Российской Федерации, нормативных актов Российской Федерации, локальных актов РУТ (МИИТ).

Программа разрабатывалась на основании установленных квалификационных требований по должностям, указанных в Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденном постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37 (в ред. от 12.02.2014), и требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 № 1491, к результатам освоения образовательных программ.

ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА

Цель обучения:

- сформировать инженерные компетенции в области разработки и изготовления изделий с использованием аддитивных технологий и ЧПУ станков;
- повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Категория слушателей: лица, имеющие высшее образование.

Должностные категории слушателей: учителя школ, гимназий.

Форма обучения: очная.

Трудоемкость программы: 36 ак. часа

Сроки освоения программы: 6 календарных дней

Режим занятий: 6 ак. часов в день.

№ п/п	Компетенция 15.04.06	Направление подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» Магистратура Код компетенции
1	владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности	ОПК – 3

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В ходе обучения дать слушателям теоретические знания в области аддитивных технологий и практические навыки работы с ЧПУ, результатом получения которых будет совершенствование следующих необходимых для выполнения должностных обязанностей компетенций:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-3)	Знать: принципы трехмерного моделирования, виды расчетов, методы и технологии 3D печати, интерфейс и функционал программного обеспечения, правила подготовки 3D принтера к печати, правила эксплуатации 3D принтера
		Уметь: работать в прикладных пакетах программ для проектирования, расчета и изготовления изделий
		Владеть: навыками применения информационных технологий при проектировании систем и их отдельных модулей

УЧЕБНЫЙ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ) ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудо- емкость, ак. час.	Из них занятия				Формы контроля
			Лек- цион- ного типа	Семинар- ского типа	Практи- ческого типа	Консультационного типа	
1.	Современные технологии аддитивного производства	8	4	-	4	-	-
1.1	Введение. Аддитивные технологии производства. Способы производства. Материалы	2	2	-	-	-	-
1.2	Проектирование, расчет и изготовления изделий	6	2	-	4	-	-
2.	Технологии и оборудование аддитивного производства	12	7	-	5	-	-
2.1.	Методы и технологии аддитивного производства	6	6	-	-	-	-
2.2	Устройство 3D-принтеров	6	1	-	5	-	текущий контроль
3.	Подготовка станков с ЧПУ к работе	8	2	-	6	-	-
3.1	Основы подготовки ЧПУ станков к работе	4	1	-	3	-	-
3.2	Структура и функционал программного обеспечения для 3D-печати	4	1	-	3	-	-

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудо- емкость, ак. час.	Из них занятия				Формы контроля
			Лек- цион- ного типа	Семинар- ского типа	Практи- ческого типа	Консультационного типа	
4.	Изготовление моделей на ЧПУ станке	6	1	-	5	-	-
4.1	Особенности печати методом FDM	6	1	-	5	-	текущий контроль
5.	Итоговая аттестация	2	-	-	2	-	зачет
	ИТОГО	36	14	-	22	-	

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела	Учебные дни						ИТОГО
		Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	
1	Современные технологии аддитивного производства	2	2					4
2	Технологии и оборудование аддитивного производства	2	2	2				6
3	Подготовка станков с ЧПУ к работе	2	2	4	2			10
4	Изготовление моделей на ЧПУ станке				4	6	4	14
5	Итоговая аттестация						2	2
	<i>Всего часов</i>	6	6	6	6	6	6	36

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Темы	Виды учебных занятий, ак.час	Содержание
Раздел 1. Современные технологии аддитивного производства		
Тема 1. Введение. Аддитивные технологии производства. Способы производства. Материалы.	Лекция, 2 ак. часа	Анализ существующих способов создания изделий. Сравнение с методом аддитивных технологий. Анализ и сравнение различных видов материала для создания детали.
Тема 2. Проектирование, расчет и изготовления изделий.	Лекция, 2 ак. часа	CAD/CAM/CAE-системы. Подходы к проектированию, расчету и изготовлению изделий. Расчет на прочность, устойчивость.
	Практическое занятие, 4 ак. часа	Основные приемы работы в пакетах прикладных программ (Компас, Ansys Workbench Student).
Раздел 2. Технологии и оборудование аддитивного производства		
Тема 1. Методы и технология аддитивного производства.	Лекция, 6 ак. час	Технологии 3D печати: FDM, SLM, SLS, SLA, MJM. Разновидности филаментов.
Тема 2. Устройство 3-D принтеров.	Лекция, 1 ак. час	Изучение ЧПУ станков. Изучение конструкции 3D принтеров
	Практическое занятие, 5 ак. часов	Изучение G-кода.
Раздел 3. Подготовка станков с ЧПУ к работе		
Тема 1. Основы подготовки станков к работе.	Лекция, 1 ак. час	Подготовка станка к работе.

Темы	Виды учебных занятий, ак. час	Содержание
	Практическое занятие, 3 ак. часа	Визуальный осмотр и подготовка 3D принтера к работе. Проверка готовности 3D принтера к работе. Калибровка 3D принтера.
Тема 2. Структура и функционал программного обеспечения для 3D-печати.	Лекция, 1 ак. час	Обзор программного обеспечения для печати. Температурные режимы работы 3D-принтера. Настройки 3D-принтера в зависимости от используемого филамента.
	Практическое занятие, 3 ак. часа	Приемы работы в программе для печати, интерфейс и основной функционал. «Холостое» перемещение печатающей головки 3D-принтера. Управление 3D-принтером без использования компьютера.
Раздел 4. Изготовление моделей на ЧПУ станке		
Тема 1. Особенности печати методом FDM.	Лекция, 1 ак. час	Особенности FDM печати. Особенности эксплуатации 3D принтеров.
	Практическое занятие, 5 ак. часов	Создание модели. Способы ориентации объекта на печатном поле. Копирование и масштабирование объектов. Особенности настройки слайсера для печати сложных фигур с выступающими, нависающими элементами.

Темы	Виды учебных занятий, ак. час	Содержание
Итоговая аттестация	2 ак. часа	Зачет

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Реализация учебной программы осуществляется в полном соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области образования, нормативными правовыми актами, регламентирующими данное направление деятельности.

Требования к квалификации педагогических кадров, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса

Реализация образовательного процесса обеспечивается высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, имеющим высшее образование и отвечающим квалификационным требованиям, указанным в Едином квалификационном справочнике, утвержденном приказом Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 № 1н, требованиям профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденного приказом Минтруда России от 08.09.2015 № 608н, научными работниками, руководителями и специалистами профильных организаций и предприятий, имеющими большой опыт практической работы (свыше 5-ти лет) в области профессиональной деятельности, соответствующей направленности программы.

Количественно-качественная характеристика педагогических кадров, обеспечивающих образовательный процесс, отражена в следующей таблице:

Заведующие кафедрами, профессора (имеющие ученую степень и/или ученое звание)	Доценты, старшие преподаватели, (имеющие ученую степень и/или ученое звание)	Научные работники	Руководители и специалисты организаций и предприятий транспорта	Иные категории преподавательского состава
	доцент			ассистент

Требования к материально-техническим, информационным и учебно-методическим условиям

При обучении необходимо применять различные виды занятий, используя при этом нижеуказанные обучающие технические комплексы, программы и иные средства, способствующие лучшему теоретическому и практическому усвоению программного материала:

№ п/п	Наименование технического средства обучения, программного продукта	Количество технических средств обучения и программных продуктов	Количество мест для слушателей	Год выпуска	Примечание
1 Технические комплексы (средства)					
1.1	Персональный компьютер с процессором Intel Pentium не ниже 1,5 ГГц, RAM не менее 4Гб, свободное место на жестком диске, достаточное для установки пакетов прикладных программ, видеокарта 800х600 (65000 цветов), сетевая карта 100/1000 Мб. Компьютер должен быть подключен к сети Internet по протоколу TCP/IP	10	10	-	-
1.2	Монитор не менее 17", поддерживающий разрешение экрана не ниже 1024х768	10	10	-	-
1.3	3D – принтер, печатающий по технологии FDM, имеющий возможность использования совместно с ЭВМ и автономно, без подключения ЭВМ	2	2	-	-

№ п/п	Наименование технического средства обучения, программного продукта	Количество технических средств обучения и программных продуктов	Количество мест для слушателей	Год выпуска	Примечание
2. Пакеты прикладных программ					
2.1.	Компас 3D (или аналог)	10	-	2016 2017 2018	-
2.2	Ansys Workbench Student	10	-	2019	-
2.2.	MS Office Word 2003/2007/2010	10	-	2003/ 2007/ 2010	-
2.3.	Adobe Acrobat	10	-	-	актуальный релиз
2.4.	Плагин браузера Adobe Flash Player	10	-	-	актуальный релиз
2.5.	Архиватор файлов WinZip/WinRar	10	-	-	-
2.6.	Createbot (Repetier-Host)	2	-	-	актуальный релиз

Общие требования к организации образовательного процесса

Этапы формирования компетенций:

- формирование базы знаний (учебно-методическая помощь, текущий контроль);
- формирование навыков практического использования знаний (практические занятия);
- проверка усвоения материала (итоговая аттестация).

Учебно-методическая помощь обучающимся оказывается профессорско-преподавательским составом путем индивидуальных консультаций.

Практические задания выполняются слушателем в учебных аудиториях РУТ (МИИТ) с применением ЭВМ и 3D – принтера.

Обучение завершается итоговой аттестацией. К итоговой аттестации допускаются слушатели, освоившие учебный план в полном объеме.

Итоговая аттестация проводится комиссией в составе не менее 2-х человек путем объективной и независимой оценки качества подготовки обучающихся.

Для прохождения **итоговой аттестации** необходимо:

- изучить материал всех содержательных разделов программы;
- сдать зачет.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Форма текущего контроля – устный опрос.

Критерии оценивания устного опроса:

- четкие ответы на устные вопросы;
- понимание темы.

Форма сдачи: очная.

Оценочные материалы текущего контроля

1. Сравнение аддитивных технологий и традиционных методов изготовления изделий
2. Критерии выбора пакета прикладных программ для решения конкретной задачи
3. Примеры применения CAD-программ
4. Примеры применения CAE-программ
5. Примеры применения CAM-программ
6. Сравнение методов и технологий аддитивного производства
7. Конструктивные схемы 3D принтеров
8. Возможности программного обеспечения 3D принтера
9. Этапы установки программного обеспечения 3D принтера
10. Пример применения FDM-печати

Форма итоговой аттестации – зачет на основании устного опроса выполнения практического задания.

Критерии оценивания устного опроса:

- четкие ответы на устные вопросы;
- знание техники безопасности при работе с 3D принтерами;
- знание технологий и методов 3D печати;
- знание конструктивных схем 3D принтеров.

Критерии оценивания практического задания:

- демонстрация навыков работы в пакетах прикладных программ;
- владение навыками поиска ошибок в моделях;
- владение навыками управления 3D принтером.

Оценка: зачет/не зачет

Форма сдачи: очная.

Оценочные материалы итоговой аттестации:

1. Принципы построения изделия в программе трехмерного моделирования
2. Виды расчетов конструкций
3. Достоинства и недостатки технологии 3D печати
4. Достоинства и недостатки традиционных способов обработки
5. Разновидности ЧПУ станков
6. Технология SLM (Selective laser melting)
7. Технология FDM (Fused deposition modeling)
8. Технология SLS (Selective laser sintering)
9. Технология SLA (Stereolithography)
10. Технология MJM (Multi-jet Modeling)
11. Эксплуатация 3D принтера
12. Этапы развития технологий 3D печати
13. 3D – принтер. Основные компоненты
14. Подготовка 3D принтера к работе
15. Калибровка 3D принтера
16. Назначение программы Repetier-Host/Createbot. Основные функции
17. Управление 3D принтером из встроенного меню принтера
18. Слайсеры
19. Управление 3D принтером из программы Repetier-Host/Createbot
20. Настройки параметра «Качество печати»
21. Настройки параметра «Улучшение адгезии»
22. Настройки параметра «Тип поддержек»
23. Настройки параметра «Скорость печати»
24. Настройки параметра «Заполнение»
25. Температурные настройки 3D принтера при печати различными филаментами
26. Разновидности филаментов, доступные для печати по технологии FDM, их основные физические свойства
27. Теория печати сложных элементов на 3D принтере
28. Методы и способы улучшения адгезии
29. Синтаксис G-кода
30. Правила написания управляющих команд на G-коде
31. Продемонстрировать приемы работы в пакетах прикладных программ (Компас, Ansys Workbench Student)
32. Подготовить 3D принтер к работе
33. Продемонстрировать приемы работы в программе 3D принтера (Repetier Host/Createbot)
34. Определение температурного режима для печати
35. Выбор материала для печати
36. Продемонстрировать приемы работы в слайсере
37. Продемонстрировать управление перемещением экструдера из программы 3D принтера (Repetier Host/Createbot)
38. Продемонстрировать управление перемещением экструдера из меню 3D принтера (Repetier Host/Createbot)

39. Продемонстрировать различие поддержек
40. Продемонстрировать действия для экстренной остановки работы 3D принтера

Литература

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 656 стр.
2. 3D печать. Коротко и максимально ясно (LittleTinyN Books), 2016
3. Тарасова Т.В. Аддитивное производство. Учебное пособие. Инфра-М. 2019
4. Кэнесс Э., Фонда К., Дзеннаро М. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития, 2013
5. Ким В. С. Теория и практика экструзии полимеров, 2005

Электронные ресурсы:

1. 2d-3d.ru [Электронный ресурс]: <http://www.2d-3d.ru/>
2. Образовательный портал teachpro [Электронный ресурс]: <http://teachpro.ru/Course/3DSMAX6>
3. render.ru [Электронный ресурс]: <http://www.render.ru/>
4. habr.com [Электронный ресурс]: <https://habr.com/>

Начальник центра

«Высшая школа педагогического мастерства»

Учебная программа разработана:

В.И. Модинец

к.т.н., доц. каф. НТТС

А.В. Мишин