



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)  
Филиал в г. Арсеньеве



Утверждаю  
Директор филиала  
ДВФУ в г. Арсеньеве  
С.В. Дубовицкий  
2020 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и  
производств (уровень сложных изделий)**

Арсеньев

2020

**Составители (разработчики)**

Л.В. Переверзева – к.э.н. доцент

Е.С. Бронникова - ст. преподаватель

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Нормативно-правовые основания разработки программы**

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;

- письмо Минобрнауки России от 22.04.2015 № ВК 1030-06 «Методические рекомендации-разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов»;

- приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 декабря 2014 г. № 987н об утверждении профессионального стандарта «специалист по проектированию и конструированию механических конструкций, систем и агрегатов летательных аппаратов»;

- приказ Министерства труда Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 148н об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов;

- Приказ Министерства Просвещения № 438 от 26.08.2020 года «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения».

- Приказ Министерства Просвещения № 438 от 26.08.2020 года «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения».

- Приказ ДВФУ № 12-13-2156 от 12.11.2015 г. «Об утверждении Регламента образовательной деятельности структурных подразделений ДВФУ ДВФУ в сфере реализации дополнительного образования»;

- Приказ ДВФУ № 12-18-2395 от 25.12.2018 г. «О внесении изменений в регламент образовательной деятельности структурных подразделений ДВФУ в сфере реализации дополнительного образования»;

- Приказ ДВФУ № 12-13-1945 от 15.10.2015 г. «Об утверждении Положения об итоговой аттестации слушателей ДПО в ДВФУ»

Программа разработана на основании установленных квалификационных требований профессионального стандарта 40.159 «Специалист по аддитивным технологиям» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 05.10.2020 г. №697н).

## **2. ЦЕЛЬ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Программа направлена на получение следующих профессиональных компетенций по виду профессиональной деятельности: производство изделий методами аддитивных технологий:

Основная цель вида профессиональной деятельности: Обеспечение качества и производительности при производстве изделий методами аддитивных технологий.

## Требования к результатам обучения

*Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт специалиста по аддитивным технологиям*

Обобщенная трудовая функция	Уровень квалификации	Трудовые функции: наименование, код
Производство сложных изделий методами аддитивных технологий	6	Проектирование модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий, С/01.6
		Постановка на производство методами аддитивных технологий несложных изделий, С/02.6

### Характеристика трудовой функции

Проектирование модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий, С/01.6	
Трудовые действия	Формулировка требований к конструкции сложного изделия аддитивного производства на основе технического задания на его разработку
	Выявление сходных технических решений аддитивных производств с помощью баз данных по конструкциям сложных изделий
	Проектирование конструкции сложного изделия аддитивного производства
	Выбор аддитивной технологии и источника энергии для формообразования сложного изделия аддитивного производства
Необходимые умения	Анализировать документацию на проектирование сложного изделия аддитивного производства
	Применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий
	Создавать чертежи сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования
	Выбирать металлические, керамические и полимерные материалы для изготовления сложных изделий методами аддитивных производств
Необходимые знания	Особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий машиностроения
	Браузеры для работы с информационно-телекоммуникационной сетью "Интернет": наименования, возможности и порядок работы в них
	Оборудование аддитивного производства, имеющееся в организации, его возможности и особенности конструкции
	Достоинства и недостатки различных методов аддитивных производств
Постановка на производство методами аддитивных технологий несложных изделий, С/02.6	

Трудовые действия	Преобразование файлов на сложные изделия в формат, используемый машиной аддитивного производства
	Перенос файла на сложное изделие в технологическое оборудование аддитивного производства и его корректировка средствами системы управления аддитивными процессами
	Настройка технологического оборудования аддитивного производства для изготовления сложных изделий
	Разработка технологических процессов последующей обработки сложного изделия аддитивного производства
Необходимые умения	Загружать файл используемого формата на сложное изделие в автоматизированную систему управления машиной аддитивного производства
	Оформлять при помощи вычислительной техники и прикладных программ технологическую документацию на процессы изготовления сложного изделия аддитивного производства
	Согласовывать и вносить изменения и дополнения в технологическую документацию на новое сложное изделие аддитивного производства проектирования
	Анализировать результаты изготовления сложных изделий аддитивного производства
Необходимые знания	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 сложных изделий
	Технологии удаления поддерживающего материала, улучшения текстуры материала, повышения точности, улучшения эстетического вида изделия аддитивного производства

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1 Требования к слушателям:

Категория слушателей:

- лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование
- лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование

В том числе педагогический работники образовательных организаций и мастера производственного обучения.

#### 3.2 Трудоемкость обучения:

Срок обучения: 144 ауд. час. /4 зач. ед.

#### 3.3 Форма обучения:

Очно-заочная, без отрыва от работы.

#### 4. УЧЕБНЫЙ ПЛАН (Таблица 1)

Таблица 1 – Учебный план дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (уровень сложного изделия)»

№ п/п	Наименование компонентов программы	Всего, ауд. час/	В том числе		Формы контроля
			лекции	Лабораторные занятия	
1	<b>Модуль 1. Аддитивные технологии в производстве</b>	30	12	18	
	Введение в компетенцию «Реверсивный инжиниринг»	6	4	2	Устный опрос
	Правила эксплуатации оборудования аддитивных производств, его возможности и особенности конструкции	6	4	2	Устный опрос
	Оцифровка объектов несложной конфигурации с помощью 3D- сканера.	10		10	Выполнение практического задания
	Особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования сложных изделий машиностроения	8	4	4	Устный опрос Выполнение практического задания
2	<b>Модуль 2. Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий, С/01.6</b>	40	18	22	
	Конструкторские системы автоматизированного проектирования: классы, наименования, возможности и порядок работы в них	20	10	10	Устный опрос Выполнение практического задания
	Выбор исходного материала для изготовления несложного изделия методами аддитивных технологий в зависимости от заданных эксплуатационных свойств	10	4	6	Устный опрос Выполнение практического задания
	Выбор аддитивной технологии и источника энергии для формообразования сложного изделия аддитивного производства	10	4	6	Устный опрос Выполнение практического задания
3	<b>Модуль 3. Постановка на</b>	<b>70</b>	24	46	

	<b>производство методами аддитивных технологий сложных изделий, С/02.6</b>				
	Перенос файла на сложное изделие в технологическое оборудование аддитивного производства и его корректировка средствами системы управления аддитивными процессами	<b>20</b>	4	16	Устный опрос Выполнение практического задания
	Разработка технологических процессов последующей обработки сложного изделия аддитивного производства	<b>30</b>	10	20	Устный опрос Выполнение практического задания
	Контроль результатов изготовления сложных изделий на оборудовании аддитивного производства	<b>20</b>	10	10	Устный опрос Выполнение практического задания
4	<b>Итоговая аттестация (междисциплинарный экзамен)</b>	<b>4</b>		4	
	Итого	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>70</b>	

Ведущий специалист ДПО

Переверзева Л.В.

## 5. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование разделов	Виды учебной нагрузки	Порядковые номера недель обучения				Всего часов
			1-2	3-4	5-6	7-8	
1	Модуль 1. Аддитивные технологии в производстве	T16П14	30				30
2	Модуль 2. Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий, С/01.6	T18П22	6	34			40
3	Модуль 3. Постановка на производство методами аддитивных технологий сложных изделий, С/02.6	T24П46		2	36	32	70
4	Итоговая аттестация (междисциплинарный экзамен)	Э4				4	4

	ИТОГО		36	36	36	36	144
--	-------	--	----	----	----	----	-----

## 6. СОДЕРЖАНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРОГРАММЫ

### **Тема 1. Введение в компетенцию «Реверсивный инжиниринг».**

Техника безопасности. Современные технологии в профессиональной сфере, в том числе цифровые. Специфичные требования охраны труда, техники безопасности и окружающей среды компетенции.

### **Тема 2. Знакомство с правилами эксплуатации оборудования аддитивных производств**

Возможности и особенности конструкции оборудования. Изучение интерфейса. Калибровка оборудования.

Принципы работы оборудования для 3D моделирования. Достоинства и недостатки различных типов оборудования для 3D моделирования и технологий, на которых оно базируется.

#### **Лабораторная работа №1 (2 часа)**

Сборка, настройка и калибровка оптического измерительного комплекса в составе: 3D сканер стационарный RangeVision Spectrum (или аналог) со штативом, поворотным столом, и пуско-наладочным комплектом.

#### **Лабораторная работа №2 (2 часа)**

Сборка, настройка и калибровка оптического измерительного комплекса в составе: 3D сканер стационарный со штативом, поворотным столом, и пуско-наладочным комплектом.

### **Тема 3. Оцифровка объектов, не отражающих свет, с помощью 3D-сканера**

Требования к характеристикам поверхности объекта для оптической 3D оцифровки (рыхлость, гладкость, прозрачность, светопроницаемость, отражающая способность, и т.п.).

Определение возможности оптической 3D оцифровки и соответствии ее результата техническому заданию (возможно /невозможно осуществить, какая точность может быть обеспечена для данного объекта и имеющихся условий оцифровки).

Виды брака при оптической 3D оцифровке и пути его устранения.

#### **Лабораторная работа №3 (6 часов)**

Оцифровка объектов, не требующих предварительной обработки поверхностей перед сканированием.

### **Тема 5 Оцифровка объектов, отражающих свет, с помощью 3D-сканера**

Пути и методы подготовки поверхностей для оптической 3D оцифровки (отмывка, обезжиривание, матирование, и т.п.).

Производство предварительных работ для нанесения матирующих покрытий. Нанесение матирующего покрытия.

#### **Лабораторная работа №4 (4 часов)**

Оцифровка объектов, требующих предварительной очистки, разборки или нанесения матирующих покрытий перед сканированием.

### **Тема 6 Особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования сложных изделий машиностроения**

Определение необходимости и содержания предварительных работ (разборка, отмывка, окраска и т.п.)

Фиксирование объекта для осуществления оцифровки. Нанесение оптических меток. Определение возможности оптической 3D оцифровки для различных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности геометрии).

#### **Лабораторная работа №5 (10 часов)**

Оцифровка объектов сложной конфигурации и крупногабаритных, требующих фиксирования для осуществления оцифровки и нанесения оптических меток.

#### **Тема 7 Конструкторские системы автоматизированного проектирования.**

Разновидности, классы, наименования, возможности и порядок работы в них. Трёхмерное моделирование сложных тел с помощью САД-программы Компас3D. Построение и редактирование модели с использованием библиотек «конструктивных элементов» и «валы и механические передачи».

#### **Лабораторная работа №6 (10 часов)**

Программа Компас3D и ее возможности для реверсивного инжиниринга

#### **Тема 8 Выбор исходного материала для изготовления сложного изделия.**

Применение методов аддитивных технологий в зависимости от заданных эксплуатационных свойств материала. Формулировка требований к конструкции сложного изделия аддитивного производства на основе технического задания на его разработку.

#### **Лабораторная работа №7 (6 часов)**

Выявление сходных технических решений аддитивных производств с помощью баз данных по конструкциям сложных изделий.

#### **Тема 9. Выбор аддитивной технологии и источника энергии для формообразования сложного изделия аддитивного производства**

Определение необходимого исходного состояния материала для реализации выбранной технологии изготовления сложного изделия аддитивного производства. Определение необходимых средств контроля за процессом формообразования сложного изделия методами аддитивных технологий.

#### **Лабораторная работа №8 (6 часа)**

Определение технологических параметров нагрева и охлаждения обрабатываемого материала в процессе формообразования сложного изделия аддитивного производства.

#### **Тема 10. Перенос файла на сложное изделие в технологическое оборудование аддитивного производства.**

Преобразование файлов на сложные изделия в формат, используемый машиной аддитивного производства. Производить в файле используемого формата при помощи вычислительных средств технологического оборудования аддитивного производства исправление размеров, позиционирование и ориентацию для изготовления сложного изделия. Корректировка файла средствами системы управления аддитивными процессами.

#### **Лабораторная работа №8 (16 часа)**

Загрузить файл используемого формата на сложное изделие в автоматизированную систему управления машиной аддитивного производства.

#### **Тема 11. Разработка технологических процессов последующей обработки сложного изделия аддитивного производства**

Необходимость использования системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления сложных изделий аддитивного производства.



Разработка с помощью вычислительной техники и прикладных программ техническую документацию на технологические процессы изготовления сложных изделий аддитивными методами.

**Лабораторная работа №8 (20 часа)**

Настройка технологического оборудования аддитивного производства для изготовления сложных изделий.

**Тема 12. Контроль результатов изготовления сложных изделий на оборудовании аддитивного производства**

Проверка результатов испытаний эксплуатационных свойств и исследований структуры сложных изделий аддитивного производства

**Лабораторная работа №8 (10 часа)**

Летучий контроль соблюдения параметров технологических процессов изготовления сложных изделий на оборудовании аддитивного производства

**7. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

**7.1 Материально-техническое условия для реализации образовательного процесса**

Материально-технические ресурсы учебного заведения обеспечивают проведение аудиторных занятий (лекций, лабораторных занятий).

Слушателям предоставлена возможность пользования оборудованными компьютерными классами с выходом в Интернет и доступам к справочной системе «Консультант плюс», а также возможность использования оргтехники.

Таблица 7 – Материально – техническое обеспечение программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 108/2	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, проекционный экран, доска маркерная/маркерное покрытие
Мастерская «Реверсивный инжиниринг» 108/1	Лабораторные занятия	Рабочая станция с ОП не менее 32 GB, процессор Intel i7 2,1 ГГц и выше, видеокарта с памятью не менее 2 Гб, предпочтительно Nvidia Quadro. Обязательно наличие HDMI порта. Монитор Диагональ не менее 21", разрешение не менее 1920*1080
		Ноутбук. ОП не менее 16 GB, процессор Intel i7 2,1 ГГц и выше, видеокарта с памятью не менее 2 Гб. Периферия
		Мебель учебная, стеллаж, верстак (габариты 1000x800)
		Оптический измерительный комплекс в составе: 3D сканер стационарный RangeVision Spectrum (или аналог) со штативом, поворотным столом, и пуско-наладочным комплектом (предполагается использовать совместно с мастерской «Метрология КИП»)

	Оптический измерительный комплекс в составе: 3D сканер стационарный со штативом, поворотным столом, и пуско-наладочным комплектом
	Фотополимерный 3D принтер (индустриальный) разрешение не менее 0.03мм и возможностью печати конструкционным пластиком
	Фотополимерный 3D принтер пользовательский разрешение не менее 0.1мм и возможностью печати конструкционным пластиком

## 7.2. Лицензионное обеспечение обучения:

Microsoft Windows 10 PRO MAGic 12.0;

- лицензия на клиентскую операционную систему;
- лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами, включая формат.docx, xlsx, vsd.
- лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам, используемым в ДВФУ Microsoft Windows Server 2016/2020\$
- лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint;
- лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center;

## 7.3 Информационное обеспечение обучения

### Основные источники:

1. Информатика, автоматизированные информационные технологии и системы: учебник / В.А. Гвоздева - М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2019. - 542 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=999615>
2. Официальный сайт программы «TinkerCad» <https://tinkercad.com/>
3. Аддитивные технологии: учебное пособие / А. И. Рудской, А. А. Попович, А. В. Григорьев, Д. Е. Каледина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. - Санкт- Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2017. - 251 с.: ил., табл., цв. ил.; 26 см.; ISBN 978-5-7422-5589-5

## 7.4 Кадровое обеспечение реализации программы

Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и (или) привлеченными на условиях почасовой оплаты труда.

## 8.КОНТРОЛЬ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Оценка качества освоения программы включает промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся. Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, посещаемость всех занятий);
- степень усвоения теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по программе предназначена для оценки освоения слушателем модулей программы и проводится в виде зачетов и (или) экзаменов. По результатам любого из видов итоговых промежуточных испытаний, выставляются отметки по двухбалльной («удовлетворительно» («зачтено»), «неудовлетворительно» («не зачтено»).

Итоговый контроль качества освоения программы осуществляется преподавателем в виде междисциплинарного экзамена в письменной форме на основе четырехбалльной системы оценок по основным разделам программы.

Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (3,4 или 5) по разделам программы, выносимым на экзамен:

- Аддитивные технологии в производстве;
- Проектирование модели сложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий;
- Постановка на производство методами аддитивных технологий сложных изделий.

### Критерии оценки на экзамене

**оценка «отлично»:**

- полно и ясно изложена суть вопроса;
- четко, лаконично и по существу даны ответы на все вопросы;

**оценка «хорошо»:**

- суть вопроса изложена недостаточно полно и ясно;
- некоторая часть вопросов вызвала затруднения с ответом;

**оценка «удовлетворительно»:**

- суть вопроса не раскрыта;
- ответы большей частью не по существу, что вызвало большое количество дополнительных вопросов.

#### Общая характеристика итоговой аттестации

Результаты обучения	Формы и методы контроля
освоенные умения	
Применять конструкторские системы автоматизированного проектирования для моделирования конструктивных решений и структурно-компоновочных вариантов сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий	Выполнение и защита практического задания
Создавать чертежи сложных изделий, изготавливаемых методами аддитивных технологий, с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования	Выполнение и защита практического задания
Загружать файл используемого формата на сложное изделие в автоматизированную систему управления машиной аддитивного производства	Выполнение и защита практического задания
Оформлять при помощи вычислительной техники и прикладных программ технологическую документацию на процессы	Выполнение и защита практического задания

изготовления сложного изделия аддитивного производства	
усвоенные знания	
Оборудование аддитивного производства, имеющееся в организации, его возможности и особенности конструкции	Выполнение и защита практического задания
Достоинства и недостатки различных методов аддитивных производств	Выполнение и защита практического задания
Методика загрузки и корректировки файлов, распознаваемых автоматизированной системой управления технологического оборудования аддитивного производства, при помощи встроенных вычислительных средств	Выполнение и защита практического задания
Порядок настройки технологического оборудования аддитивного производства для изготовления сложных изделий	Выполнение и защита практического задания
Итоговая аттестация	Экзамен

Результаты итоговой аттестации оформляются протоколом заседания экзаменационной комиссии и подписываются председателем комиссии, его заместителем и членами комиссии. Итоговая аттестация проводится в форме квалификационного экзамена, который включает в себя практическую квалификационную работу.

Ведущий специалист по ДПО

Переверзева Л.В.