



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

**Утверждаю**  
Директор филиала  
ДФУ в г. Арсеньеве  
**С.В. Дубовицкий**  
2020 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
Технологии оцифровки и реверс-инжиниринга**

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 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 бухгалтера*

Обобщенная трудовая функция	Уровень квалификации	Трудовые функции: наименование, код
Обеспечение производства изделий методами аддитивных технологий	4	Выполнение несложных мероприятий по контролю технологий аддитивного производства, А/01.4
		Ведение учетной документации по технологиям аддитивного производства, А/02.4

### Характеристика трудовой функции

Ведение учетной документации по технологиям аддитивного производства А/02.4	
Трудовые действия	<i>Сбор и оцифровка данных об имеющемся оборудовании, применяемом для изготовления изделий методами аддитивных технологий</i>
	<i>Сбор и оцифровка данных об исходных материалах, применяемых в аддитивном производстве</i>
	<i>Сбор и оцифровка данных о средствах контроля, применяемых в аддитивном производстве</i>
	<i>Ведение электронных таблиц и баз данных по технологическому оборудованию, исходным материалам, средствам контроля и готовым изделиям аддитивного производства</i>
Необходимые умения	<i>Обрабатывать и оформлять в электронном виде информацию о параметрах аддитивного производства</i>
	<i>Загружать в электронный архив и регистрировать в нем новые документы о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства</i>
	<i>Создавать электронные таблицы, выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства</i>
	<i>Использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации</i>
Необходимые знания	<i>Методика сбора и оцифровки информации</i>
	<i>Правила работы на автоматизированных рабочих местах, оснащенных применяемым в организации программным обеспечением и включенных в локальную, а также внешнюю сеть</i>
	<i>Методика использования программного обеспечения, применяемого в документообороте организации</i>
	<i>Прикладные компьютерные программы для работы с базами данных: наименования, возможности и порядок работы в них</i>

## 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 педагогические работники образовательных организаций и мастера производственного обучения.

### 3.2 Трудоемкость обучения:

Срок обучения: 72 ауд. час. /2 зач. ед.

### 3.3 Форма обучения:

Очная, с отрывом от работы.

## 4. УЧЕБНЫЙ ПЛАН (Таблица 1)

Таблица 1 – Учебный план дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Технологии оцифровки и реверс-инжиниринга»

№ п/п	Наименование компонентов программы	Всего, ауд. час/	В том числе		Формы контроля
			лекции	Лабораторные занятия	
1	<b>Модуль 1. Технологии объемной оцифровки</b>	28	2	26	
	Введение в компетенцию «Реверсивный инжиниринг»	2	2		Устный опрос
	Знакомство с принципами работы 3D-сканера. Изучение интерфейса. Калибровка оборудования	4		4	Устный опрос Выполнение практического задания
	Оцифровка объектов, не отражающих свет, с помощью 3D- сканера	6		6	Устный опрос Выполнение практического задания
	Оцифровка объектов, отражающих свет, с помощью 3D- сканера	6		6	Устный опрос Выполнение практического задания
	Оцифровка объектов сложной конфигурации с помощью 3D-сканера.	10		10	Устный опрос Выполнение практического задания
2	<b>Модуль 2. Обратное проектирование</b>	20		20	
	Программная среда для обработки полигональных моделей GOM Inspect	8		8	Устный опрос Выполнение практического задания
	Программная среда для обработки полигональных моделей Geomagic Design X.	12		12	Устный опрос Выполнение практического задания
3	<b>Модуль 3. Создание твердотельных 3D-сборок</b>	22		22	
	Трехмерное моделирование сложных тел	22		22	Устный опрос Выполнение практического задания
4	<b>Итоговая аттестация (междисциплинарный экзамен)</b>	2		2	

	Итого	72	2	70	
--	-------	----	---	----	--

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	
1	Модуль 1. Технологии объемной оцифровки	Т2П26	18	10			28
2	Модуль 2. Обратное проектирование	П20		8	12		20
3	Модуль 3. Создание твердотельных 3Д-сборок	П22			6	16	22
4	Итоговая аттестация (междисциплинарный экзамен)	Э2				2	2
	ИТОГО		18	18	18	18	72

## 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 принципами работы 3Д-сканера

Изучение интерфейса. Калибровка оборудования.

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

#### Лабораторная работа №1 (2 часа)

Сборка, настройка и калибровка оптического измерительного комплекса в составе: 3D сканер стационарный Range Vision 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 3Д-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 (6 часов)**

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

#### **Тема 6 Оцифровка объектов сложной конфигурации с помощью 3D-сканера**

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 Программная среда для обработки полигональных моделей GOM Inspect**

Знакомство с программной средой для обработки полигональных моделей GOM Inspect. Изучение интерфейса. Выравнивание модели в системе координат. Экспорт сечений. Наложение STL-модели на CAD-модель.

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

Программа GOM Inspect и ее возможности для реверсивного инжиниринга

#### **Тема 8 Программная среда для обработки полигональных моделей Geomagic Design X**

Знакомство с программной средой для обработки полигональных моделей Geomagic Design X. Изучение интерфейса. Построение CAD-модели детали типа «тело вращения» по полигональной модели. Построение CAD-модели корпусной детали по полигональной модели. Построение CAD-модели детали со сложными поверхностями по полигональной модели.

##### **Лабораторная работа №7 (12 часов)**

Программа Geomagic Design X и ее возможности для реверсивного инжиниринга

#### **Тема 1.9. Трехмерное моделирование сложных тел**

Трехмерное моделирование сложных тел с помощью САД-программы Компас3D. Построение и редактирование модели с использованием библиотек «конструктивных элементов» и «валы и механические передачи».

##### **Лабораторная работа №8 (22 часа)**

Программа Компас3D и ее возможности для реверсивного инжиниринга

## **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:

- Технологии объемной оцифровки;
- Обратное проектирование;
- Создание твердотельных 3Д-сборок.

#### 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	
Обрабатывать и оформлять в электронном виде информацию о параметрах аддитивного производства	Выполнение и защита практического задания
Загружать в электронный архив и регистрировать в нем новые документы о разрабатываемом технологическом процессе аддитивного производства	Выполнение и защита практического задания
Создавать электронные таблицы, выполнять вычисления и обработку данных по разрабатываемому технологическому процессу аддитивного производства	Выполнение и защита практического задания
Использовать вычислительную технику и программные средства для оформления производственной документации	Выполнение и защита практического задания
усвоенные знания	
Методики сбора и оцифровки информации	Выполнение и защита практического задания
Правил работы на автоматизированных рабочих местах, оснащенных применяемым в организации программным обеспечением и включенных в локальную, а также внешнюю сеть	Выполнение и защита практического задания
Методики использования программного обеспечения, применяемого в документообороте организации	Выполнение и защита практического задания
Прикладных компьютерных программ для работы с базами данных: наименования, возможности и порядок работы в них	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.