

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Масалов Владимир Николаевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 22.05.2023 12:41:50  
Уникальный программный ключ:  
f31e6db16690784ab6b50e364da28971f024641c

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.В.  
ПАРАХИНА»

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор  
  
В.Н. Масалов  
29 января 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
повышения квалификации**

**«Реверсивный инжиниринг»**  
(название программы)

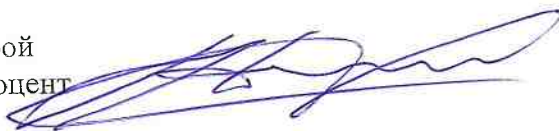
Разработчик программы: кафедра «Надежность и ремонт машин»

Составитель программы:  
Кузнецов И.С., к.т.н., доцент



Программа рассмотрена на заседании кафедры «Надежность и ремонт машин»  
протокол № 1 от «21» сентября 2022 г.

Заведующий кафедрой  
Титов Н.В., к.т.н., доцент



Программа утверждена на Ученом совете ФГБОУ ВО Орловский ГАУ  
протокол № 7 от «30» сентября 2022 г.

Согласовано:

Ученый секретарь Ученого совета



Сидоренко О. В.

Директор  
Института развития сельских территорий  
и дополнительного образования



Савкин В.И.

## Содержание

1. Структура дополнительной профессиональной программы .....	4
1.1. Общая характеристика дополнительной профессиональной программы.....	4
1.2. Цель обучения.....	5
1.3. Планируемые результаты обучения. Компетенции .....	8
1.4. Учебный план.....	9
1.5. Календарный учебный график .....	9
2. Организационно-педагогические условия.....	10
2.1. Форма организации образовательной деятельности.....	10
2.2. Условия реализации программы.....	10
2.3. Ресурсы для реализации программы .....	10
2.4. Иные условия реализации программы.....	10
2.5. Материально-технические условия реализации программы.....	11
3. Рабочие программы модулей .....	12
3.1. Рабочая программа модуля 1 «Контроль геометрии сканированием и обратное проектирование (САI системы)».....	12
3.2. Рабочая программа модуля 2 «Современные системы автоматического проектирования (CAD, CAE, CAM системы)» .....	14
3.3. Рабочая программа модуля 3 «Аддитивные технологии производства и гибкие производственные системы ЧПУ».....	15
4. Учебно-методическое обеспечение .....	16
5. Оценка качества освоения программы.....	17
5.1. Внутренний мониторинг качества образования .....	17
5.2. Промежуточная аттестация .....	18
5.3. Итоговая аттестация .....	18
5.4. Оценочные материалы .....	18
5.5. Критерии оценивания.....	20

## 1. Структура дополнительной профессиональной программы

### 1.1. Общая характеристика дополнительной профессиональной программы

1.1.1. Законодательные и нормативные правовые акты, в соответствии с которыми разрабатывалась программа повышения квалификации:

- федеральный закон от 09.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в действующей редакции);
- квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденный Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 21.08.1998 № 37 (в действующей редакции);
- единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях», утвержденный приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11.01.2011 № 1н, зарегистрирован в Минюсте России 23.03.2011 № 20237 (в действующей редакции);
- единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников сельского хозяйства», утвержденный Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации 15.02.2012 № 126н, зарегистрирован в Минюсте России 15.03.2012 № 23484 (в действующей редакции);
- приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», зарегистрирован в Минюсте России 20.08.2013 № 29444 (в действующей редакции);
- приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02.11.2015 № 832 «Об утверждении справочника востребованных на рынке труда новых и перспективных профессий, в том числе требующих среднего профессионального образования» (в действующей редакции);
- письмо Минобрнауки России от 22.01.2015 № ДЛ-1/05вн «Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов»;
- постановление Правительства Российской Федерации от 22.01.2013 № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов»;
- профессиональный стандарт 08.035 «Маркетолог», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.06.2018 № 366н, зарегистрирован в Минюсте России 21.06.2018 № 51397;
- профессиональный стандарт 28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 30.09.2020 № 681н, зарегистрирован в Минюсте России 26.10.2020 № 60581;
- федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 09.08.2021 № 727, зарегистрирован в Минюсте России 07.09.2021 № 64909 (в действующей редакции);
- устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2022 № 759;

- нормативные локальные акты ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», регламентирующие образовательную деятельность.

1.1.2. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – программа).

1.1.3. Программа направлена на: совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

1.1.4. К освоению программы допускаются: лица, имеющие высшее образование и (или) среднее профессиональное образование; лица, получающие высшее и (или) среднее профессиональное образование.

1.1.5. Срок освоения программы: 72 часа (2 зачетные единицы) за весь период обучения, который включает все виды работы слушателя, в том числе время, отводимое на контроль качества освоения программы.

Величина зачетной единицы устанавливается 36 академических часов при величине академического часа 45 минут, что соответствует 27 астрономическим часам.

Начало и окончание срока освоения программы может определяться договором об образовании.

1.1.6. Форма обучения: очно-заочная.

При реализации образовательной программы может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

1.1.7. Формы аттестации обучающихся: промежуточная и итоговая аттестация.

1.1.8. Документ о квалификации: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации, образца, установленного ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Удостоверение о повышении квалификации дает право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых определены обязательные требования к наличию квалификации по результатам дополнительного профессионального образования.

1.1.9. При освоении программы параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

## 1.2. Цель обучения

Программа имеет целью: совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации посредством приобретения знаний, умений и практических навыков в области инновационного управления производством для обеспечения стабильной работы и повышения эффективности машиностроительной организации.

Задачи программы: получение знаний, умений и практических навыков, которые позволят управлять производством и обеспечивать стабильную работу и повышение эффективности машиностроительной организации.

Область (и) профессиональной деятельности и сфера (ы) профессиональной деятельности (в соответствии с ФГОС ВО): производство машин и оборудования (в сферах: заготовительного производства; механосборочного производства; механообрабатывающего производства; гибкого автоматизированного производства деталей и узлов машин и оборудования).

Объектами профессиональной деятельности являются: технологические процессы изготовления сборочных единиц и деталей методами реверсивного инжиниринга.

Содержание программы учитывает профессиональный стандарт 28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 30.09.2020 № 681н, зарегистрирован в Минюсте России 26.10.2020 № 60581.

Вид профессиональной деятельности в соответствии с профессиональным стандартом: сопровождение жизненного цикла и реновация продукции машиностроения.

Основная цель вида профессиональной деятельности в соответствии с профессиональным стандартом: инновационное управление производством для обеспечения стабильной работы и повышения эффективности машиностроительной организации.

Связь дополнительной профессиональной программы с профессиональными стандартами (трудовые функции)

Наименование профессионального стандарта	Наименование обобщенной трудовой функции	Наименование трудовых функций	Код (уровень квалификации)
28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства»	Инжиниринговая деятельность в машиностроительном производстве	Реверсивный инжиниринг продукции машиностроения	A/03.7

Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:

ПК-1 – способен осуществлять реверсивный инжиниринг продукции машиностроения (трудовая функция A/03.7).

Связь программы с квалификационными требованиями, указанными в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям:

- основание: квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденный Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 21.08.1998 № 37 (в действующей редакции)

Наименование должности, профессии	Должностные обязанности
Инженер по автоматизации и механизации производственных процессов	<u>Должностные обязанности.</u> Осуществляет работы по внедрению комплексной автоматизации и механизации производственных процессов, способствующих повышению технического уровня производства, производительности труда, снижению себестоимости, улучшению качества продукции, обеспечению благоприятных условий труда и его безопасности. Изучает производственные процессы с целью определения участков основных и вспомогательных работ и операций, подлежащих автоматизации и механизации, проводит патентные исследования и определяет показатели технического уровня проектируемых объектов техники и технологии. Участвует в составлении перспективных и текущих планов автоматизации и механизации производственных процессов, трудоемких ручных работ, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских операций, в подготовке мероприятий по реконструкции и техническому перевооружению предприятия, сокращению затрат тяжелого ручного

труда. Подготавливает технические задания на создание средств автоматизации и механизации и технико-экономические обоснования разрабатываемых конструкций. Участвует в рассмотрении эскизных и технических проектов, рабочих чертежей, разрабатываемых по заказам предприятия, а также в работах по монтажу, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию средств автоматизации и механизации, осуществляет контроль за их обслуживанием. Выполняет расчеты эффективности мероприятий по автоматизации и механизации производства, составляет заявки на необходимое оборудование. Участвует в рассмотрении технической документации, связанной с проектированием средств автоматизации и механизации производства вновь строящихся объектов, в разработке более совершенных конструкций защитно-оградительной техники и герметизации вредных процессов производства. Анализирует эффективность применяемых средств автоматизации и механизации, показатели их использования, подготавливает предложения по устранению выявленных недостатков, изменению конструкций или отдельных сборочных единиц на более совершенные. Принимает меры по обеспечению надежности и бесперебойной работы средств автоматизации и механизации. Контролирует деятельность подразделений предприятия, осуществляющих автоматизацию и механизацию производственных процессов, следит за соответствием внедренных средств современному уровню развития техники. Проводит инструктаж и оказывает помощь работникам при освоении ими новых конструкций средств автоматизации и механизации, организует работу по повышению их технических знаний. Осуществляет контроль за правильной эксплуатацией реконструируемых и модернизируемых машин, механизмов и другого оборудования, соблюдением технологических процессов производства. Участвует в разработке инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования, безопасному ведению работ при обслуживании средств автоматизации и механизации, другой технической документации, в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы. Готовит материалы для заключения договоров со специализированными организациями на проведение исследовательских, проектных и опытно-конструкторских работ, а также на изготовление и ремонт средств автоматизации и механизации, разрабатывает и согласовывает графики выполнения работ, обеспечивает необходимыми техническими данными и материалами. Принимает участие в рассмотрении рационализаторских предложений и изобретений, изучении и распространении передового опыта, рациональных приемов и методов труда, ведет пропаганду новых достижений в области автоматизации и механизации производственных процессов. Составляет отчеты о выполненных работах.

Должен знать: постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по вопросам автоматизации и механизации производства; перспективы технического развития предприятия; производственную и организационную структуру предприятия; конструктивные особенности и назначение средств автоматизации и механизации, правила их эксплуатации; порядок и методы планирования работ по автоматизации и механизации производства; основные требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям; технологию производства продукции предприятия; порядок и методы

	<p>проведения патентных исследований; порядок разработки и оформления технической документации; методы анализа технического уровня объектов техники и технологии; основные требования рациональной организации труда при проектировании и конструировании; порядок заключения договоров со сторонними организациями; основы технической эстетики и художественного конструирования; средства вычислительной техники, коммуникаций и связи; методы определения экономической эффективности внедрения средств автоматизации и механизации производства; передовой отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации и механизации производственных процессов; основы экономики, организации производства, труда и управления; основы трудового законодательства, правила и нормы охраны труда.</p>
--	--

### 1.3. Планируемые результаты обучения. Компетенции

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания, умения, навыки, необходимые для качественного изменения (совершенствования) компетенций:

ПК-1 – способен осуществлять реверсивный инжиниринг продукции машиностроения (трудовая функция А/03.7):

*Слушатель должен знать:* основные этапы жизненного цикла изделия; основные этапы реверсивного инжиниринга; правила оформления конструкторской и технологической документации; этапы разработки технического задания на производство продукции машиностроения; номенклатура продукции машиностроения, выпускаемой организацией; порядок и методы проведения исследований материала и его свойств; способы и методы моделирования изделия; виды и возможности оборудования для исследования физико-химических свойств и механических характеристик материала объекта реверсивного инжиниринга; порядок и методы измерений геометрических параметров объекта реверсивного инжиниринга; виды и возможности оборудования, применяемого для измерений геометрических параметров объекта реверсивного инжиниринга; единая система конструкторской документации; основы материаловедения; основы промышленного дизайна; прикладной инструментарий твердотельного моделирования; современные системы автоматизированного проектирования; компьютерные измерительные системы контроля геометрических параметров; передовые отечественные и зарубежные технологии.

*Слушатель должен уметь:* обосновывать необходимость проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции; 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 этапы проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции в соответствии с имеющимися исходными данными; производить поиск и обоснование технических решений по проведению реверсивного инжиниринга; разрабатывать техническое задание на определение физико-химических свойств и механических характеристик материала объекта реверсивного инжиниринга; разрабатывать техническое задание на определение геометрических параметров и форм объекта реверсивного инжиниринга; разрабатывать техническое задание на доработку полученной конструкторской документации; контролировать процесс производства опытного образца изделия машиностроения; разрабатывать предложения по использованию технологического оборудования для производства опытного образца изделия машиностроения; контролировать соответствие формы и геометрии опытного образца



изделия машиностроения объекту реверсивного инжиниринга, в том числе с использованием компьютерных измерительных систем контроля.

*Слушатель должен владеть (трудовые действия):* обоснованием проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции; разработкой этапов проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции; управлением этапом проведения геометрических измерений объекта реверсивного инжиниринга; управление лабораторными исследованиями состава и свойств материала объекта реверсивного инжиниринга; управлением этапом разработки конструкторской документации на разрабатываемое изделие машиностроения; управлением производством опытного образца изделия машиностроения; контролем соответствия опытного образца объекту реверсивного инжиниринга.

#### 1.4. Учебный план

№	Наименование курсов, дисциплин (модулей)	Всего, часов	В том числе, час			Формы аттестации	
			Контактная работа		СР	зачет	экзамен
			Л	ПЗ, ЛЗ			
1	Модуль 1. Контроль геометрии и обратное проектирование (CAI системы)	24	8	8	8	+	-
2	Модуль 2. Современные системы автоматического проектирования (CAD, CAE, CAM системы)	24	6	8	10	+	-
3	Модуль 3. Аддитивные технологии производства и гибкие производственные системы ЧПУ	22	6	8	8	+	-
	Итоговая аттестация (зачет)	2	-	-	-	-	2
	Всего по программе	72	20	24	26	-	2

Примечание:

- Л – лекции;
- ПЗ, ЛЗ – практические занятия, лабораторные занятия
- СР – самостоятельная работа;
- трудоемкость зачета (экзамена) по дисциплине (модулю) входит в общий объем по соответствующей дисциплине (модулю)

\* - последовательность и распределение по периодам обучения учебных дисциплин (модулей) установлено в соответствии с календарным учебным графиком.

#### 1.5. Календарный учебный график

№	Наименование дисциплин (модулей)	Всего, час	Распределение материала программы по неделям занятий	
			1	2
1	Модуль 1. Контроль геометрии сканированием и обратное проектирование (CAI системы).	24		
2	Модуль 2. Современные системы автоматического проектирования (CAD, CAE, CAM системы).	24		
3	Модуль 3. Аддитивные технологии производства и гибкие производственные	22		

системы ЧПУ.			
Итоговая аттестация	2		
Всего по программе	72	36	36

Режим занятий: не более 36 часов в неделю, включая все виды контактной и самостоятельной учебной работы слушателя.

## 2. Организационно-педагогические условия

### 2.1. Форма организации образовательной деятельности

2.1.1. Формат программы основан на модульном принципе представления содержания образовательной программы и содержит 3 учебных модуля, которые включают в себя перечень, трудоемкость, последовательность и распределение тем, иных видов учебной деятельности слушателей и форм аттестации.

2.1.2. Образовательная деятельность слушателей предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические занятия (лабораторные занятия) и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

### 2.2. Условия реализации программы

2.2.1. Обучение по программе осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем и (или) с физическим или юридическим лицом, обязующимся оплатить обучение лица, зачисляемого на обучение.

2.2.2. Обучение осуществляется одновременно и непрерывно.

2.2.3. Местом обучения является место нахождения ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ».

2.2.4. Обучение осуществляется в соответствии с учебным планом и календарным учебным графиком работы.

### 2.3. Ресурсы для реализации программы

2.3.1. Университет располагает на праве собственности материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы в соответствии с учебным планом.

2.3.2. Помещения для проведения аудиторных и внеаудиторных (самостоятельных) занятий (кабинеты, аудитории, компьютерные классы) оснащены необходимым оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с учебным планом.

2.3.3. Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета.

2.3.4. Педагогическая деятельность по реализации программы осуществляется научно-педагогическими работниками, имеющими среднее профессиональное или высшее образование и отвечающими квалификационным требованиям, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, разделе «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденного приказом Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 № 1н и профессиональных стандартах (при наличии).

### 2.4. Иные условия реализации программы

2.4.1. Образовательный процесс осуществляется в течение всего календарного года.

2.4.2. Обучение по индивидуальному учебному плану в пределах осваиваемой программы осуществляется в порядке, установленном локальным нормативным актом ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

## 2.5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	2	3
<p>Учебная аудитория № 2-210: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>302019, Российская Федерация, Орловская область, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69, корпус 2</p>	<p>Специализированная (учебная) мебель, мультимедийное оборудование с выходом в интернет, комплект презентаций, интерактивная доска: soncentus пульт делегата DCN-CON, DVD/VHS-плеер LD DC-778, адаптер U2K-L-Line, аудио процессор с цифровым подавителем обратной связи SHURE DFR11, видеоконференцсистема в составе: камера PowerCam Plus с кабелем-удлиннителем 15, документ-камера AverVision 530, камера IP Grandstream GXV - 3601 HD SD 2.0, интерактивная доска обратной проекции Rear Projection SMART Board 2000i-dvx, комплект передатчика и приемника сигналов DVI/HDMI DVI 201 Tx/Rx, коммутатор-масштабатор видео и графики Kremer VP-725 DS, матричный коммутатор видео и графики Kremer VP-4*4, презентационный компьютер 4U в комплекте, преобразователи стандартов развертки и масштабирования Kremer VP-501xl, проектор Sanyo PLC-XF70 в комплекте с объективом для проектора Sanyo LNS-S03, профессиональная двухканальная "вокальная" радиосистема SHURE SLX24/58, стереоусилитель звуковых сигналов Jedia JPA-2120CP, усилитель-распределитель 1:2 VGA, 400 МГц Kremer VP-200N экран с электроприводом, 4,27*3,2м Drapper Targa 534/210"320*427 MW</p>	<p>Microsoft Office 2013 стандарт Microsoft Win SL 8.1 Russian Academict OLP версия 8.1 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса — Стандартный Russian Edition 2021 год</p>

<p>Учебная аудитория № М-10: учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Лаборатория технологии машиностроения и ремонта деталей</p> <p>302019, Российская Федерация, Орловская область, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69, лит. Б</p>	<p>Специализированная (учебная) мебель, доска настенная, комплект переносного мультимедийного оборудования. Токарно-револьверный одношпиндельный автомат модели 1В116П-12; зубофрезерный станок модели 5350А; плоскошлифовальный станок модели SPC-20d; круглошлифовальный станок модели 3А10П; станок балансировочный модели КИ-4274; инструменты для обработки различных поверхностей. Переносные учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой.</p>	<p>Kaspersky Endpoint Security для бизнеса — Стандартный Russian Edition 2021 год</p>
<p>Учебная аудитория № 2-213Б: учебная аудитория для самостоятельной работы</p> <p>302019, Российская Федерация, Орловская область, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69, корпус 2</p>	<p>Специализированная мебель, мультимедийное оборудование, интерактивная доска, ПК – 11 шт.</p>	<p>ООО "Лаборатория ММИС"          ООО "Лаборатория ММИС"          визуальная студия тестирования, тестирование онлайн Microsoft Office 2010 Standard версия 2010 Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic версия 8.1 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса — Стандартный Russian Edition 2021 год</p>

### 3. Рабочие программы модулей

#### 3.1. Рабочая программа модуля 1 «Контроль геометрии сканированием и обратное проектирование (САI системы)»

3.1.1. Цели модуля: повышение грамотности специалистов в области контроля геометрических размеров изделий 3D сканированием.

Задачами модуля являются изучение: основных понятий реверсивного инжиниринга; принципов работы оборудования и методов 3D-сканирования; САI систем; методов определения состава и свойств материала объекта реверсивного инжиниринга.

Изучение модуля формирует компетенции:

ПК-1 – способен осуществлять реверсивный инжиниринг продукции машиностроения (трудовая функция А/03.7).

3.1.2. Тематическое содержание:

## Перечень тем модуля

№	Наименование тем модуля	Всего, час	в том числе			
			Л	ПЗ, ЛЗ	СР	ПА
1	Основные понятия реверсивного инжиниринга	2	2	-	-	-
2	Оборудование и методы 3D-сканирования	8	2	2	4	-
3	САI системы	6	2	2	2	-
4	Методы определения состава и свойств материала объекта реверсивного инжиниринга	8	2	4	2	-
ПА	Промежуточная аттестация	+	-	-	-	+
	Итого по модулю	24	8	8	8	+

Примечание: Л – лекции

ПЗ, ЛЗ – практические занятия, лабораторные занятия

СР – самостоятельная работа

ПА – промежуточная аттестация

### 3.1.3. Требования к уровню освоения содержания модуля

В результате освоения модуля обучающийся должен:

- знать основные этапы жизненного цикла изделия; основные этапы реверсивного инжиниринга; номенклатура продукции машиностроения, выпускаемой организацией; порядок и методы проведения исследований материала и его свойств; виды и возможности оборудования для исследования физико-химических свойств и механических характеристик материала объекта реверсивного инжиниринга; порядок и методы измерений геометрических параметров объекта реверсивного инжиниринга; виды и возможности оборудования, применяемого для измерений геометрических параметров объекта реверсивного инжиниринга; единая система конструкторской документации; основы материаловедения; компьютерные измерительные системы контроля геометрических параметров;
- уметь обосновывать необходимость проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции; осуществлять сбор информации об объекте реверсивного инжиниринга; разрабатывать техническое задание на определение физико-химических свойств и механических характеристик материала объекта реверсивного инжиниринга; разрабатывать техническое задание на определение геометрических параметров и форм объекта реверсивного инжиниринга; контролировать соответствие формы и геометрии опытного образца изделия машиностроения объекту реверсивного инжиниринга, в том числе с использованием компьютерных измерительных систем контроль
- владеть навыками обоснования проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции; управлением этапом проведения геометрических измерений объекта реверсивного инжиниринга; управление лабораторными исследованиями состава и свойств материала объекта реверсивного инжиниринга.

### Содержание модуля

#### Тема 1. Основные понятия реверсивного инжиниринга

Основные понятия реверсивного инжиниринга. Возможные этапы реверсивного инжиниринга. Обратная разработка на службе государств. Сферы применения обратной разработки. Программное обеспечение для реверсивного инжиниринга.

#### Тема 2. Оборудование и методы 3D-сканирования

Системы 3D-сканирования. 3D-сканер на основе структурированного подсвета. Принцип построения трехмерной модели на основе результатов. Точность 3D-сканирования объектов

#### Тема 3. САI системы

Классификация автоматизированных систем поддержки инновационных процессов на предприятии (computer aided innovation – CAI). Применение CAI-системы Power INSPECT совместно с портативной КИМ для контроля точности изготовления.

Тема 4. Методы определения состава и свойств материала объекта реверсивного инжиниринга

Опико-эмиссионная и масс-спектрометрия спектрометрия индуктивно-связанной плазмы (ИСП-ОЭС, ИСП-МС). Рентгенофлуоресцентный метод анализа состава вещества. Исследования твердости. Исследование структуры материала объекта реверсивного инжиниринга.

### 3.2. Рабочая программа модуля 2 «Современные системы автоматического проектирования (CAD, CAE, CAM системы)»

3.2.1. Цели модуля: повышение грамотности специалистов в области современных систем автоматического проектирования.

Задачами модуля являются изучение: CAD систем для твердотельного 3D моделирования; современных CAE систем; современных CAM систем.

Изучение модуля формирует компетенции:

ПК-1 – способен осуществлять реверсивный инжиниринг продукции машиностроения (трудовая функция А/03.7).

3.2.2. Тематическое содержание:

Перечень тем модуля

№	Наименование тем модуля	Всего, час	в том числе			
			Л	ПЗ, ЛЗ	СР	ПА
1	Современные CAD системы для твердотельного 3D моделирования	8	2	4	2	-
2	Современные CAE системы	8	2	2	4	-
3	Современные CAM системы	8	2	2	4	-
ПА	Промежуточная аттестация	+	-	-	-	+
	Итого по модулю	24	6	8	10	+

Примечание: Л – лекции

ПЗ, ЛЗ – практические занятия, лабораторные занятия

СР – самостоятельная работа

ПА – промежуточная аттестация

3.2.3. Требования к уровню освоения содержания модуля

В результате освоения модуля обучающийся должен:

- знать правила оформления конструкторской и технологической документации; способы и методы моделирования од изделия; основы промышленного дизайна; прикладной инструментарий твердотельного моделирования; современные системы автоматизированного проектирования.

- уметь оказывать информационную и техническую поддержку на всех этапах реверсивного инжиниринга, в том числе с использованием автоматизированных программ управления жизненным циклом изделия; разрабатывать этапы проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции в соответствии с имеющимися исходными данными; производить поиск и обоснование технических решений по проведению реверсивного инжиниринга;

- владеть навыками разработки этапов проведения реверсивного инжиниринга машиностроительной продукции; управления этапом разработки конструкторской документации на разрабатываемое изделие машиностроения.

## Содержание модуля

Тема 1. Современные CAD системы для твердотельного 3D моделирования  
 Обзор современных CAD систем. Создание твердотельных моделей в системе КОМПАС 3D. Создание твердотельных моделей в системе КОМПАС 3D. Оформление конструкторской документации ЕСКД в системе твердотельного моделирования Компас 3D. ПО для дизайна (MSC Apex Generative Design).

Тема 2. Современные CAE системы

Расчеты на прочность конструкций в системах APM FEM, Mechanic, WinMachine. Вычисление в ANSYS. Вычисление в CAE-системе SIMULIA Abaqus FEA.

Тема 3. Современные CAM системы

Обзор современных CAM систем. Создание управляющих программ с помощью CAM - систем. CALS-технологии. Оформление документации ЕСТД с помощью ТП Вертикаль.

### 3.3. Рабочая программа модуля 3 «Аддитивные технологии производства и гибкие производственные системы ЧПУ»

3.3.1. Цели модуля: повышение грамотности специалистов в области аддитивных технологий производства и гибких производственных системы ЧПУ.

Задачами модуля являются изучение: аддитивных способов изготовления запасных частей из полимерных и композиционных материалов; гибких производственных систем ЧПУ; литья в 3D печатные песчаные формы.

Изучение модуля формирует компетенции:

ПК-1 – способен осуществлять реверсивный инжиниринг продукции машиностроения (трудовая функция А/03.7).

3.3.2. Тематическое содержание:

#### Перечень тем модуля

№	Наименование тем модуля	Всего, час	в том числе			
			Л	ПЗ, ЛЗ	СР	ПА
1	Аддитивные способы изготовления запасных частей из полимерных и композиционных материалов	8	2	4	2	-
2	Гибкие производственные системы ЧПУ	8	2	4	2	-
3	Литье в 3D печатные песчаные формы	6	2	-	4	-
ПА	Промежуточная аттестация	+	-	-	-	+
	Итого по модулю	22	6	8	8	+

Примечание: Л – лекции

ПЗ, ЛЗ – практические занятия, лабораторные занятия

СР – самостоятельная работа

ПА – промежуточная аттестация

3.3.3. Требования к уровню освоения содержания модуля

В результате освоения модуля обучающийся должен:

- знать этапы разработки технического задания на производство продукции машиностроения; передовые отечественные и зарубежные технологии.
- уметь разрабатывать техническое задание на доработку полученной конструкторской документации; контролировать процесс производства опытного образца изделия машиностроения; разрабатывать предложения по использованию

технологического оборудования для производства опытного образца изделия машиностроения;

- владеть навыками управления производством опытного образца изделия машиностроения; контролем соответствия опытного образца объекту реверсивного инжиниринга.

#### Содержание модуля

Тема 1. Аддитивные способы изготовления запасных частей из полимерных и композиционных материалов

Лазерная стереолитография. Моделирование методом послойного наплавления. Селективное лазерное спекание. Способы повышения механических свойств 3D-печатных деталей, изготовленных по технологии FDM. Случаи применения 3D-печати для изготовления запасных частей различных машин.

Тема 2. Гибкие производственные системы ЧПУ

Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация. Основные компоненты систем ЧПУ. Системы числового программного управления HNC, PCNC (Delta, PureMotion, HASA, FANUC)

Тема 3. Литье в 3D печатные формы

Схема применения технологии 3D-печати песчаных форм. 3D принтеры для печати песочно-полимерных форм. Виды современных песчаных материалов для принтеров. Вакуумное литье реактопластов, полиуретанов (KLM).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

Обучающийся имеет неограниченный доступ к информационно-образовательной среде университета [http://do3.orelsau.ru/user/edit/card/user\\_id/834](http://do3.orelsau.ru/user/edit/card/user_id/834)

##### Перечень основной литературы:

1. Колошкіна, И.Е. Автоматизация проектирования технологической документации: учебник и практикум для вузов/ И.Е. Колошкіна. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14010-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496617>

2. Федоренко, В.Ф. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2019; Москва: ФГБНУ "Росинформагротех". — 137 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-11459-1 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7367-1403-2 (ФГБНУ "Росинформагротех"). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/445321>

3. Чуваков, А.Б. Основы подготовки технологических операций на обрабатывающих станках с ЧПУ учебник для вузов/ А.Б. Чуваков. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 199 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14466-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497043>

##### Перечень рекомендуемой дополнительной литературы:

1. Колошкіна, И.Е. Основы программирования для станков с ЧПУ: учебное пособие для вузов/ И.Е. Колошкіна, В.А. Селезнев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10446-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495221>.

##### Периодические издания (журналы)



1. Журнал «Аддитивные технологии» - режим доступа: <https://additiv-tech.ru/> (свободный доступ)

Электронно-библиотечные системы, современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (неограниченный доступ)

2. ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (неограниченный доступ)

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (открытый доступ)

4. ЭБС «iPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>)

5. Национальный цифровой ресурс «Руконт» <https://rucont.ru/chapter/rucont> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>)

6. Электронный каталог (АИБС «МАРК-SQL»): <http://library.orelsau.ru/marcweb/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (бессрочно)

7. Международная реферативная база данных Scopus. Неограниченный доступ. Режим доступа: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

8. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) — библиографическая база данных научных публикаций российских учёных на платформе eLibrary.ru ООО «Научная электронная библиотека» Режим доступа <https://elibrary.ru/> (открытый доступ)

9. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (открытый доступ)

10. Научная электронная библиотека. «КиберЛенинка». Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/> (открытый доступ)

11. Федеральный портал «Российское образование». Режим доступа: <http://www.edu.ru> (открытый доступ)

12. Федеральный образовательный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

13. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Режим доступа: <http://government.ru/department/388/events/> (открытый доступ)

14. Образовательный портал Орловского ГАУ на платформе eLearningServer 4G, разработчик Nupermethod <http://80.76.178.26/> срок действия – бессрочно (неограниченный доступ)

## 5. Оценка качества освоения программы

### 5.1. Внутренний мониторинг качества образования

Оценка качества освоения программы проводится в отношении:

- соответствия результатов освоения программы заявленным целям и планируемым результатам обучения;
- соответствия процедуры (процесса) организации и осуществления программы установленным требованиям к структуре, порядку и условиям реализации программы;
- способности Университета результативно и эффективно выполнять деятельность по предоставлению образовательных услуг.

Внутренний мониторинг качества образования по дополнительной профессиональной программе проводится, в порядке, установленном локальным нормативным актом ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Оценочные средства итоговой аттестации разработаны с учётом профессионального стандарта 28.008 «Специалист по инжинирингу машиностроительного производства», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от

30 сентября 2020 года № 681н, а также предусматривают требования будущей профессиональной деятельности.

В качестве внешних экспертов при реализации программы привлекаются практики - профильные специалисты.

## 5.2. Промежуточная аттестация

5.2.1. Предусматривается проверка знаний после завершения изучения соответствующего модуля программы и проводится в форме тестирования и (или) собеседования.

5.2.2. Для оценки освоения отдельных модулей программы в рамках промежуточной аттестации используется система «зачтено» и «не зачтено».

## 5.3. Итоговая аттестация

5.3.1. Итоговая аттестация осуществляется в форме зачета после освоения всех модулей программы.

5.3.2. Итоговая аттестация проводится аттестационной комиссией, которая оценивает результат выполнения итоговой аттестации и принимает решение о выдаче слушателям, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, удостоверения о повышении квалификации.

5.3.3. Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы и (или) отчисленным из ФГБОУ ВО Орловский ГАУ выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

## 5.4. Оценочные материалы

5.4.1. Задания для промежуточной аттестации.

Модуль 1. Контроль геометрии и обратное проектирование (CAI системы)

1. Основные понятия реверсивного инжиниринга
2. Возможные этапы реверсивного инжиниринга
3. Обратная разработка на службе государств реверсивного инжиниринга
4. Сферы применения обратной разработки
5. Системы 3D-сканирования
6. 3D-сканер на основе структурированного подсвета
7. Принцип построения трехмерной модели на основе результатов
8. Точность 3D-сканирования объектов
9. Классификация автоматизированных систем поддержки инновационных процессов на предприятии (computer aided innovation – CAI)
10. Применение CAI-системы Power INSPECT совместно с портативной КИМ для контроля точности изготовления
11. Оптико-эмиссионная и масс-спектрометрия спектрометрия индуктивно-связанной плазмы (ИСП-ОЭС, ИСП-МС)
12. Рентгенофлуоресцентный метод анализа состава вещества
13. Исследования твердости.
14. Исследование структуры материала объекта реверсивного инжиниринга.

Модуль 2. Современные системы автоматического проектирования (CAD, CAE, CAM системы)

1. Обзор современных CAD систем
2. Создание твердотельных моделей в системе КОМПАС 3D

3. Оформление конструкторской документации ЕСКД в системе твердотельного моделирования Компас 3D
4. ПО для дизайна (MSC Apex Generative Design).
5. Расчеты на прочность конструкций в системах APM FEM, Mechanic, WinMachine
6. Вычисление в ANSYS
7. Вычисление в CAE-системе SIMULIA Abaqus FEA
8. Обзор современных САМ систем
9. Создание управляющих программ с помощью САМ - систем
10. CALS-технологии
11. Оформление документации ЕСТД с помощью ТП Вертикаль

### Модуль 3. Аддитивные технологии производства и гибкие производственные системы ЧПУ

1. Лазерная стереолитография
2. Моделирование методом послойного наплавления
3. Селективное лазерное спекание
4. Способы повышения механических свойств 3D-печатных деталей, изготовленных по технологии FDM
5. Случаи применения 3D-печати для изготовления запасных частей различных машин
6. Гибкие производственные системы ЧПУ
7. Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация
8. Основные компоненты систем ЧПУ
9. Системы числового программного управления HNC, PCNC (Delta, PureMotion, NASA, FANUC)
10. Схема применения технологии 3D-печати песчаных форм
11. 3D принтеры для печати песочно-полимерных форм
12. Виды современных песчаных материалов для принтеров
13. Вакуумное литье реактопластов, полиуретанов (KLM)

#### 5.4.2. Задания для итоговой аттестации

- А) Дайте правильный ответ
1. Основные понятия реверсивного инжиниринга. Возможные этапы реверсивного инжиниринга
  2. Обратная разработка на службе государств реверсивного инжиниринга. Сферы применения обратной разработки
  3. Системы 3D-сканирования
  4. 3D-сканер на основе структурированного подсвета
  5. Принцип построения трехмерной модели на основе результатов
  6. Точность 3D-сканирования объектов
  7. Классификация автоматизированных систем поддержки инновационных процессов на предприятии (computer aided innovation – CAI)
  8. Применение CAI-системы Power INSPECT совместно с портативной КИМ для контроля точности изготовления
  9. Оптико-эмиссионная и масс-спектрометрия спектрометрия индуктивно-связанной плазмы
  10. Рентгенофлуоресцентный метод анализа состава вещества
  11. Исследования твердости
  12. Исследование структуры материала объекта реверсивного инжиниринга
  13. Создание твердотельных моделей в системе КОМПАС 3D

14. Оформление конструкторской документации ЕСКД в системе твердотельного моделирования Компас 3D
15. ПО для дизайна (MSC Apex Generative Design)
16. Расчеты на прочность конструкций в системах APM FEM, Mechanic, WinMachine
17. Вычисление в ANSYS
18. Вычисление в CAE-системе SIMULIA Abaqus FEA
19. Создание управляющих программ с помощью CAM – систем
20. CALS-технологии
21. Оформление документации ЕСТД с помощью ТП Вертикаль
22. Лазерная стереолитография
23. Моделирование методом послойного наплавления
24. Селективное лазерное спекание
25. Гибкие производственные системы ЧПУ
26. Основные понятия о станках с ЧПУ и их классификация
27. Основные компоненты систем ЧПУ
28. Схема применения технологии 3D-печати песчаных форм
29. 3D принтеры для печати песочно-полимерных форм
30. Виды современных песчаных материалов для принтеров

Б) Выполните практическое задание:

1. Создать твердотельную 3D модель ранее определенного объекта.
2. Измерить микротвердость объекта реверсивного инжиниринга.
3. Подготовить рабочий чертеж ЕСКД объекта реверсивного инжиниринга с помощью системы Компас 3D.
4. Подготовить карты технологического процесса изготовления объекта реверсивного инжиниринга с помощью системы Вертикаль ТП.

## 5.5. Критерии оценивания

### 5.5.1. Промежуточная аттестация:

Оценка «зачтено» ставится, если слушатель демонстрирует содержательный и логично выстроенный ответ на поставленные вопросы, ориентируется в различных теоретических и практических подходах к проблеме, выявляет связь с будущей профессиональной деятельностью.

Оценка «не зачтено» ставится, если слушатель не раскрывает содержание вопроса и демонстрирует отсутствие знаний по изучаемому материалу.

### 5.5.2. Итоговая аттестация:

Оценка «зачтено» ставится, если слушатель демонстрирует содержательный и логично выстроенный ответ на поставленный вопрос, ориентируется в различных теоретических и практических подходах к проблеме, выявляет связь с будущей профессиональной деятельностью, выполняет практическое задание.

Оценка «не зачтено» ставится, если слушатель не раскрывает содержание вопроса и демонстрирует отсутствие знаний по изучаемому материалу, не выполняет практическое задание.

5.5.3. Программа считается освоенной, если успешно пройдена итоговая аттестация.