

СОДЕРЖАНИЕ

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка	3
Направленность и уровень программы	3
Актуальность программы	3
Отличительные особенности и новизна программы	3
Педагогическая целесообразность	4
Адресат программы	4
Практическая значимость для целевой группы	5
Преимственность программы	5
Объём программы	6
Срок освоения программы	6
Особенности реализации и формы организации образовательного процесса	6
Формы обучения	8
Режим занятий	8
1.2. Цель и задачи программы.....	8
1.3. Содержание программы.....	9
Учебный план	9
Содержание учебного плана	10
1.4. Планируемые результаты реализации программы.....	14

2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Календарный учебный график	14
Условия реализации программы	15
Этапы и формы аттестации	17
Оценочные материалы	17
Методические материалы	18

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	19
--------------------------------	-----------

ПРИЛОЖЕНИЯ.....	21
------------------------	-----------

1.1. Пояснительная записка

Направленность и уровень программы

Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Реверсивный инжиниринг» – техническая.

Уровень программы – базовый.

Актуальность программы

Областью деятельности специалистов по реверсивному инжинирингу является создание производственных проектов на основе уже существующих изделий с целью анализа, улучшения, ремонта или копирования.

Реверсивный инжиниринг необходим там, где требуется запуск нового производства, ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, осуществляется ремонт уникального оборудования, создается заново утраченная технологическая документация.

Специалисты в области реверсивного инжиниринга занимаются 3D сканированием, конструированием, компьютерным моделированием и анализом в значительном числе направлений от промышленного производства и НИОКР до механической реставрации раритетной техники, музейных экспонатов и архитектурных объектов культурного наследия.

Реверсивный инжиниринг базируется на оцифровке и компьютерном моделировании, но также требует знаний в области механики, материаловедении и промышленных технологий.

Отличительные особенности и новизна программы

В рамках данной программы обучающиеся знакомятся с компьютерными технологиями, применяемыми в реверсивном инжиниринге - это различные технологии объемной оцифровки (оптические, лазерные, ультразвуковые, контактные и магнитно-резонансные), а так же компьютерного моделирования и исследования материалов.

Обучающиеся знакомятся с современным подходом к проектированию и изготовлению объектов, с учетом их жизненного цикла («жизнь изделия» от момента идеи до утилизации и переработки).

В рамках данной программы идет интеграция знаний, полученных ранее на уроках технологии, на занятиях в системе дополнительного образования в объединениях технической направленности, структурирование знаний и формирование умений по созданию реальных изделий.

Данная программа позволяет осуществлять подготовку обучающихся по компетенциям, соответствующим стандартам WorldSkills («Инженерный дизайн САД», «Реверсивный инжиниринг», «Промышленный дизайн», «Технологии информационного моделирования ВМ», «Изготовление прототипов» и др.)

Педагогическая целесообразность

Программа направлена на развитие у обучающихся навыков проектного управления при создании изделий с использованием прогрессивных направлений ИТ сферы, исследовательских и изобретательских навыков, а также на получение знаний по основам современных материальных и информационных технологий, в том числе компьютерного моделирования (3D моделирование), моделирования с помощью 3D сканера и принтера.

Организация компетентностного обучения по программе оптимальным образом отвечает задачам становления личности, индивидуальности, формированию положительной адекватной самооценки и развитию учащегося.

Адресат программы

Программа предназначена для обучающихся возрастной группы 16-17 лет, интересующихся техническим творчеством.

Условия набора – по желанию детей и родителей.

Практическая значимость для целевой группы

Большое внимание уделяется сегодня краеведению, механической реставрации раритетной техники, музейных экспонатов и архитектурных объектов культурного наследия. В результате изучения программы «Реверсивный инжиниринг» обучающиеся смогут заниматься восстановлением и ремонтом уникального оборудования, заново создавать утраченную технологическую документацию.

Все большее развитие в промышленности получают компьютерные технологии - это различные технологии объемной оцифровки (оптические, лазерные, ультразвуковые, контактные и магнитно-резонансные), технологии компьютерного конструирования (CAD), а, так же компьютерного моделирования и исследования материалов. Знакомство с данными технологиями и получение первоначальных навыков работы с данным оборудованием позволит обучающимся: создавать собственные проекты; заниматься 3D сканированием, конструированием, компьютерным моделированием; готовить документацию для изготовления и разработки внутренней конструкции объектов; подготовиться к участию в чемпионатах в соответствии со стандартами WorldSkills Russia (WSR) по компетенциям технической направленности.

Преимущества программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Реверсивный инжиниринг» базируется на содержании модулей, изучаемых в рамках ключевого центра дополнительного образования «Дом научной коллаборации» на базе ФГБОУ ВО «УдГУ»: промышленный дизайн (3D моделирование и прототипирование, лазерные технологии), виртуальная и дополненная реальность (VRAR), техническое творчество (изобретательство и рационализация), инженерный дизайн (CAD), информационные технологии (автоматика, радиоэлектроника и электромеханика, микроконтроллерная и компьютерная техника, программирование).

Объем программы

Объём дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Реверсивный инжиниринг» составляет 72 часа.

Срок освоения программы

Срок освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы составляет 1 год.

Особенности реализации и формы организации образовательного процесса

Реверсивный инжиниринг базируется на интеграции различных современных технологий. Предполагается, что частично данные технологии использовались обучающимися на начальном уровне при изучении других модулей.

При реализации программы предполагается создавать проекты, интегрирующие в себе технологии:

- «Робо» (базой могут быть платформы LEGO MINDSTORMS EV3 и Arduino),
- «Промышленный дизайн» - разрабатывается внешний облик проектируемого объекта,
- «Обратное проектирование» - оцифровка готовых объектов, для последующего проектирования на их основе новых деталей,
- «Инженерный дизайн CAD» - разработка конструкции, подготовка чертежей, подготовка моделей для печати и изготовления,
- «Изготовление прототипов» - печать на 3D принтере (аддитивные технологии), изготовление на станках, ручное изготовление (исправление неточностей при печати; удаление поддержек, используемых в печати; склеивание частей крупных объектов),
- «САМ проектирование» получение программ и изготовление изделий на станках ЧПУ,
- «Лазерные технологии» лазерная резка и гравировка.

Занятия проводятся в компьютерном классе, а так же в лабораториях с современным технологическим оборудованием, в форме лекций и практических работ.

При использовании элементов дистанционного обучения программа реализуется с помощью компьютерных телекоммуникаций, имеет следующие формы организации учебного процесса:

Учебный процесс при дистанционном обучении включает в себя все основные формы традиционной организации учебного процесса: лекции, практические занятия.

Основные организационные формы педагогической деятельности при дистанционном обучении: *видеозанятия, видеолекция, мультимедиа лекции, практические занятия по решению задач*. Могут проводиться как в off-line, так и on-line режимах в зависимости от содержания, объема и степени значимости задания.

Также при дистанционном обучении могут быть организованы:

- «очные» консультации, проводимые преподавателем в учебном центре; они составляют 10-15% времени, отводимого учебным планом;
- off-line консультации, которые проводятся преподавателем с помощью электронной почты или в режиме телеконференции и составляют около половины времени, отводимого учебным планом;
- on-line консультации, проводимые преподавателем модуля; они составляют более одной трети всего времени по учебному плану.

Для дистанционной поддержки курса в системе электронного обучения УдГУ <http://distedu.ru> может быть создан электронный курс, являющийся обязательным элементом обучения. Он содержит информационные материалы (в том числе фрагменты видеолекций), ссылки на внешние ресурсы, базу тестовых заданий и ситуационных задач и будет использован для текущей и итоговой аттестации, знакомства с дополнительными материалами и помощи в выполнении учебных заданий.

Формы обучения

Очная с применением дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 часа, с перерывом 10 мин.

1.2. Цель и задачи программы

Цель

Формирование у обучающихся теоретических знаний, умений и практических навыков по реверсивному инжинирингу и созданию собственных проектов на основе уже существующих изделий.

Задачи

- сформировать представления у обучающихся о компьютерном моделировании и прототипировании;
- обучить правилам безопасной работы на современном цифровом и технологическом оборудовании;
- развить интерес к научно-техническому, инженерно-конструкторскому творчеству;
- развить коммуникативные навыки, навыки коллективной работы, умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение, развить умения излагать мысли в четкой логической последовательности, сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями;
- сформировать базовые умения и практические навыки в перспективных технологических направлениях;

1.3. Содержание программы

Учебный план

Наименование разделов/тем	Количество часов			Формы контроля/аттестации
	Всего	Теория	Практика	
Раздел 1. Цифровое проектирование и моделирование				
Тема 1.1. Основы твердотельного моделирования	4	2	2	наблюдение, опрос, практическая работа
Тема 1.2. Вспомогательные операции моделирования.	2	1	1	практическая работа
Тема 1.3. Поверхностное моделирование.	4	1	3	практическая работа
Тема 1.4. Построение сложных комплексных моделей	4	1	3	практическая работа
Тема 1.5. Оцифровка корпусных деталей. 3D сканирование.	6	1	5	практическая работа
Тема 1.6. Создание чертежей	4	1	3	практическая работа
Раздел 2. Технологии производства				
Тема 2.1 Аддитивные технологии (технологии производства с добавлением материала).	1	1	-	наблюдение, опрос
Тема 2.2. Особенности подготовки моделей к печати на 3D принтере	2	1	1	практическая работа
Тема 2.3. Печать моделей на 3D принтере	3	-	3	практическая работа
Тема 2.4 Субтрактивные технологии (технологии производства с удалением материала).	1	1	0	наблюдение, опрос

Тема 2.5 Точение. Изготовление деталей на токарном станке с ЧПУ	4	1	3	практическая работа
Тема 2.6 Фрезерование. Изготовление деталей на фрезерном станке с ЧПУ	4	1	3	практическая работа
Тема 2.7 Сверление, шлифование и др. операции удаления материала. Обработка деталей с помощью ручных и электромеханических инструментов	2	-	2	практическая работа
Тема 2.8 Формативные технологии (технологии производства без удаления и без добавления материала)	2	1	1	наблюдение, опрос
Тема 2.9 Лазерные технологии	5	1	4	практическая работа
Раздел 3. Реверсивный инжиниринг (обратное проектирование)				
Тема 3.1 Обратное проектирование детали с помощью ручного измерительного инструмента	2	1	1	практическая работа
Тема 3.2 Обратное проектирование с использованием цифровых технологий	2	1	1	практическая работа
Тема 3.3. Обратное проектирование детали по облаку точек и сопрягаемым деталям и элементам	4	1	3	практическая работа
Тема 3.4. Подготовка документации по цифровой модели	4	1	3	практическая работа

Тема 3.5. Выбор технологии изготовления. Разработка технологической карты.	2	-	2	практическая работа
Тема 3.6. Изготовление деталей и сборка изделия.	8	-	8	проектная работа
Итоговая аттестация	2	-	2	Зачет
ВСЕГО:	72	18	54	

Содержание учебного плана

Раздел 1. Цифровое проектирование и моделирование

Тема 1.1. Основы твердотельного моделирования (4 часа)

Теория. Работа в 2D системе, особенности выполнения эскизов для 3D моделирования, работа в CAD системе (например, КОМПАС-3D), операции твердотельного моделирования. Принципы твердотельного моделирования деталей и сборок. 3D-сборка. Сопряжение деталей. Настройка взаимосвязей между деталями и сборкой.

Практика. Создание эскизов для 3D моделирования. Создание твёрдотельных моделей деталей и сборок.

Тема 1.2. Вспомогательные операции моделирования (2 часа)

Теория. Вспомогательные операции: фаски, скругления, массивы. Построение вспомогательных плоскостей. Создание оболочки тела. Придание толщины оболочке.

Практика. Создание трехмерных моделей деталей, решение эвристических задач (изменение формы моделей с помощью вспомогательных операций).

Тема 1.3. Поверхностное моделирование (4 часа)

Теория. Поверхностное моделирование: по сети кривых, по сечениям, по траектории. Создание поверхностей вращения и выдавливания.

Практика. Создание трехмерных поверхностных моделей.

Тема 1.4. Построение сложных комплексных моделей (4 часа)

Теория. Степень сложности (простоты) модели. Уровень ее детализации. Предположения и допущения. Адекватность проектируемой модели, как одно из требований, предъявляемых к модели в реальной сложной системе, которая достигается за счет использования моделей с различным уровнем детализации, зависящим от особенностей структурно-функциональной организации системы и целей проектирования.

Практика. Построение сложных комплексных моделей.

Тема 1.5. Оцифровка корпусных деталей. 3D сканирование (6 часов)

Теория. Оцифровка изделия, «склейка кадров» в единое облако точек, обработка облака точек, выравнивание относительно глобальной системы координат, устранение артефактов оцифровки, извлечение криволинейных поверхностей и сопряжение их между собой, извлечение примитивов. Построение САД-модели изделия, подготовка чертежей.

Практика. 3D сканирование изделий.

Тема 1.6. Создание чертежей (4 часа)

Теория. Создание чертежей на изделие. Условные обозначения, применяемые в конструкторских документах. Изображение резьбы, резьбовых и шпоночных соединений. Расстановка позиций, линий выноски. Обозначение шероховатостей. Обозначение разрезов. Сборочные чертежи. Выполнение и редактирование сборочных чертежей в двумерном редакторе. Детализирование в САПР.

Практика. Создание чертежей деталей и сборок по 3D моделям.

Раздел 2. Технологии производства

Тема 2.1 Аддитивные технологии (технологии производства с добавлением материала) (1 час)

Теория. Технологии производства с добавлением материала. FDM (Fused deposition modeling) –формирование изделия послойно из расплавленной пластиковой нити. CJP (ColorJet printing) –полноцветная 3d печать с принципом склеивания порошка, состоящего из гипса. SLS (Selective Laser Sintering) –

технология лазерного спекания, MJM (MultiJet Modeling) многоструйное 3d моделирование с использованием фотополимеров и воска. SLA (Laser Stereolithography) – послойное отвердевание жидкого полимера с помощью лазера.

Тема 2.2. Особенности подготовки моделей к печати на 3D принтере (2 часа)

Теория. Технологии 3D-печати. FDM, SLA, DLP, SLS, SLM и др. Виды 3D-принтеров: Picaso, MakerBot, Ultimaker, DIY наборы и др. Техника безопасности. Меры предосторожности при работе с 3D-принтером. Рекомендации к рабочему месту. Калибровка рабочего стола. Материалы для печати. Виды пластиковой нити: ABS, PLA, Nylon, PVA, Flex и другие. Преимущества и недостатки. Оптимальные настройки для печати разными материалами. Выбор оптимальных настроек для печати: толщина слоя, скорость печати, температура печати, заполнение изделия, толщина стенок, поддержки. Интерфейс программного обеспечения и настройка задания для 3D-принтера. Способы улучшения адгезии. Конвертация в STL. Формирование G-кода для печати. Подготовка принтера (выбор пластика, подогрев стола, сопла). Пробная печать. Чистовая печать. Подготовка задания для 3D-принтера. Запуск и контроль печати на наличие ошибок и сбоев. Распечатка калибровочного кубика (теста) с двумя разными настройками. Возможные проблемы при печати и способы их решения. Забивание сопла. Перелив пластика. Недозэкструзия. Горизонтальные смещения слоев. Упрощение формы. Разбивка на простые части. Создание дополнительных конструктивных элементов

Практика. Подготовка моделей к печати на 3D принтере.

Тема 2.3. Печать моделей на 3D принтере (3 часа)

Теория. Самостоятельное обслуживание 3D-принтера. Смена материала. Замена сопла. Снятие модели со стола. Методы постобработки модели. Постобработка ABS пластика. Постобработка PLA пластика. Способы удаления поддержек. Инструменты для постобработки.

Практика. Печать моделей на 3D принтере.

Тема 2.4 Субтрактивные технологии (технологии производства с удалением материала). (1 час)

Теория. Субтрактивные технологии: точение, фрезерование, сверление, строгание, долбление, шлифование, электроэрозия, отрезание, протяжка, резьбообразование.

Тема 2.5 Точение. Изготовление деталей на токарном станке с ЧПУ (4 часа)

Теория. Технология точения, изготовление деталей на токарных станках, подготовка цифровой модели для станка с ЧПУ.

Практика. Изготовление деталей вращения на станках с ЧПУ.

Тема 2.6 Фрезерование. Изготовление деталей на фрезерном станке с ЧПУ (4 часа)

Теория. Технология фрезерования, изготовление деталей на фрезерных станках, подготовка цифровой модели для станка с ЧПУ.

Практика. Изготовление плоскостных деталей (штампов) на станках с ЧПУ.

Тема 2.7 Сверление, шлифование и др. операции удаления материала.

Обработка деталей с помощью ручных и электромеханических инструментов (2 часа)

Теория. Операции по удалению материала: создания отверстий, фасок, скруглений, шлифование.

Практика. Доработка деталей, изготовленных с помощью фрезерования, точения, 3D печати.

Тема 2.8 Формативные технологии (технологии производства без удаления и без добавления материала) (2 часа)

Теория. Технологии: литьё, штамповка, гибка, вакуумное формование и др.

Практика. Изготовление деталей с помощью штампов.

Тема 2.9 Лазерные технологии (5 часов)

Теория. Лазерные технологии. Оборудование: станок для лазерной резки и гравировки. Векторная графика.

Практика. Подготовка векторных изображений для работы на лазерном гравере. Изготовление изделий из оргстекла и фонеры.

Раздел 3. Реверсивный инжиниринг (обратное проектирование)

Тема 3.1 Обратное проектирование детали с помощью ручного измерительного инструмента (2 часа)

Теория. Построение САД-модели изделия, по результатам измерения ручным инструментом. Подготовка чертежей.

Практика. Обратное проектирование изделия с использованием ручного измерительного инструмента

Тема 3.2 Обратное проектирование с использованием цифровых технологий (2 часа)

Теория. Работа с оптической установкой бесконтактной оцифровки (3D сканером), калибровка оборудования, частичная оцифровка изделия, «склейка кадров» в единое облако точек, обработка облака точек, выравнивание относительно глобальной системы координат, устранение артефактов оцифровки, извлечение криволинейных поверхностей и сопряжение их между собой, извлечение примитивов. Построение САД-модели изделия, подготовка чертежей.

Практика: Оцифровка деталей (зубчатого колеса, корпусной детали, червяка)

Тема 3.3. Обратное проектирование детали по облаку точек и сопрягаемым деталям и элементам (4 часа)

Теория. Обработка облака точек, выравнивание относительно глобальной системы координат, устранение артефактов оцифровки, извлечение криволинейных поверхностей и сопряжение их между собой, извлечение примитивов. Построение САД-модели изделия с учетом сопрягаемых деталей сборочного узла. Подготовка чертежей детали и сборочного узла.

Практика. Обратное проектирование корпусной детали по результатам 3D сканирования.

Тема 3.4. Подготовка документации по цифровой модели (4 часа)

Теория. Создание компьютерной сборки; проверка сборки на отсутствие конфликтов; создание схемы сборки; осуществление сопоставления построенных моделей с исходными полигональными моделями и определить отклонение.

Практика. Обратное проектирование изделия с использованием ручного измерительного инструмента

Тема 3.5. Выбор технологии изготовления. Разработка технологической карты (2 часа)

Теория. Выбор технологии изготовления изделия в зависимости от конструкции и предъявляемых технических требований.

Практика. Разработка технологической карты на изготовление оцифрованного изделия.

Тема 3.6. Изготовление деталей и сборка изделия (8 часов)

Практика. Изготовление оцифрованных деталей. Сборка изделия из изготовленных деталей.

1.4. Планируемые результаты реализации программы

В процессе освоения программы обучающийся приобретет следующие результаты:

Предметные:

- будет имеет представление о современных технологиях компьютерного моделирования и изготовления изделий; научится читать и исполнять алгоритмы;
- научится пользоваться современным технологическим оборудованием;
- узнает программы оцифровки объектов и системы автоматизированного проектирования;
- будет иметь опыт работы в одной из систем автоматизированного проектирования.

Метапредметные:

- будет уметь решать соответствующие возрасту учебные задачи.

Личностные:

- приобретет заинтересованность в расширении знаний и умений в области технического творчества.

2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Календарный учебный график

Срок реализации программы 1 год. Начало обучения – сентябрь. Окончание обучения – май. Всего учебных недель – 36.

Месяц	Учебная неделя	Учебная работа (УР), Аттестация (А)	Примечание
Сентябрь	1.	У	Начало обучения
	2.	У	
	3.	У, А	
	4.	У, А	
Октябрь	5.	У	
	6.	У	
	7.	У	
	8.	У, А	
Ноябрь	9.	У	
	10.	У	
	11.	У	
	12.	У	
Декабрь	13.	У	
	14.	У	
	15.	У, А	
	16.	У, А	Конец первого полугодия
Январь		К	
	17.	У	Начало второго полугодия
	18.	У	
	19.	У	
Февраль	20.	У, А	
	21.	У	
	22.	У	
	23.	У	
Март	24.	У, А	
	25.	У	
	26.	У	
	27.	У	
Апрель	28.	У, А	
	29.	У	
	30.	У	
	31.	У	
Май	32.	У	
	33.	У	
	34.	У	
	35.	У	
Июнь	36.	ИА	Завершение обучения

УР – учебные занятия по расписанию, А – аттестация (текущая, промежуточная),

К-каникулы, ИА – итоговая аттестация.

Условия реализации программы

Кадровые условия:

Педагогическая деятельность по реализации дополнительной общеобразовательной программы осуществляется лицами, имеющими среднее профессиональное или высшее образование и отвечающим квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональным стандартам. Специалисты имеют многолетний опыт работы по направлению подготовки данной программы. Организовывать практические работы и обслуживать оборудование будут квалифицированные лаборанты и инженеры, имеющие профильное образование.

Материально-технические условия:

Реализация программы предполагает наличие:

1. Компьютерный класс в составе (на 10-12 мест):

- компьютеры с лицензионным программным обеспечением, объединенные в локальную сеть (персональный компьютер с монитором, клавиатурой, мышью и наушниками, производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <http://www.cpubenchmark.net/>): не менее 9500 единиц, не менее 4 ядер, производительность графической подсистемы (по тесту PassMark — VideocardBenchMark <http://www.videocardbenchmark.net/>): не менее 7500 единиц, объем оперативной памяти не менее 16 Гб, объем видеопамати не менее 4 Гб, объем накопителя SSD не менее 128 Гб, объем накопителя HDD не менее 1 Тб, монитор диагональю не менее 23” и разрешением не менее 1920x1080).

- комплект мебели для обучающихся;
- комплект мебели для преподавателя;
- 3D манипулятор;
- Мультимедийный проектор.

2. Хайтек цех (Лаборатории с установленным оборудованием)

- лазерный гравер,

- 3D принтеры,
- токарный станок с ЧПУ,
- фрезерный станок с ЧПУ
- сверлильный станок,
- 3D сканер,
- электромеханические инструменты (дрель, шлифовальная машина и др.)
- ручные инструменты (лобзики, надфили, напильники и др.)
- ноутбуки (с программой для 3D печати).

Программное обеспечение: САПР Компас 3D, КОМПАС-3D V12 LT, Repetier-Host.

Этапы и формы аттестации

Текущий контроль проводится в форме наблюдения и опроса, позволяющих определить усвоение знаний по изучаемой теме, а также заинтересованность в приобретении и расширении знаний и умений в области цифрового проектирования и моделирования.

Промежуточный контроль проводится в форме практических работ, позволяющих определить предметные умения, умение решать соответствующие возрасту учебные задачи, а также степень владения пространственным мышлением как проявление умения решать поставленные задачи через компьютерное моделирование.

Итоговый контроль проводится в форме зачета.

Обучающимся выдается задание (кейс), моделирующее производственные условия, по результатам, выполненного задания проводится защита (пример задания в приложении 1).

Оценочные материалы

Оценка практических работ выполняется по трем уровням: высокий (работа сделана самостоятельно и без ошибок), средний (работа содержит несколько

ошибок, которые были устранены после замечаний преподавателя), низкий (в работе сделано много ошибок и понадобилась помощь преподавателя).

Темы практических работ:

1. Создание эскизов для 3D моделирования. Создание твёрдотельных моделей деталей и сборок.
2. Создание трехмерных моделей деталей.
3. Построение сложных комплексных моделей.
4. Подготовка моделей к печати на 3D принтере.
5. Печать моделей на 3D принтере.
6. Оцифровка деталей (зубчатого колеса, корпусной детали, червяка).
7. Обратное проектирование детали по полигональной модели, сопрягаемым деталям и элементам.
8. Обратное проектирование корпусной детали по результатам 3D сканирования.
9. Обратное проектирование изделия с использованием ручного измерительного инструмента.
10. Создание сборки. Проектирование недостающих элементов конструкции.
11. Выбор технологии изготовления и создание технологической карты на изделие.
12. Изготовление изделий по цифровым моделям.

Итоговая оценка развития качеств учащегося производится по трем уровням:

- высокий (положительные изменения качеств обучающегося в течение года признаются как максимально возможные для него);
- средний (когда изменения произошли, но обучающийся потенциально был способен к большему);
- низкий (когда изменения не замечены).

Методические материалы

При изучении систем автоматизированного проектирования рекомендуется использовать встроенную в программы образовательную платформу, например, электронное практическое руководство для твердотельного моделирования «Азбука КОМПАС-3D», а для построения чертежей «Азбука КОМПАС-График».

При изучении тем связанных с прототипированием, преобразованием, отцифровки модели рекомендуется пользоваться материалами, размещенными на образовательном портале компании АСКОН. URL:<http://edu.ascon.ru/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Для педагога

Основная:

1. Юричев Д. Введение в reverseengineering для начинающих.
URL:<http://yurichev.com>
2. Волошинов Д. В. Инженерная компьютерная графика / Д. В. Волошинов, В. В. Громов. – М.: Академия, 2020. - 208 с.
3. Никонов В. В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать / В. В. Никонов. – СПб.: Питер, 2020. - 208 с.
4. Большаков В. П. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, Е. А. Лебедева, А. В. Чернов. – СПб.: Питер, 2018. - 368 с.
5. Тимирбаев Д. Ф. Хайтек туллит / Д. Ф. Тимирбаев. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 128 с.

Дополнительная:

1. Ефремов Г. В., Инженерная и компьютерная графика на базе графических систем / Г. В. Ефремов, С. И. Ньюкалова. – С. Оскол.: ТНТ, 2016, - 264 с.

*Для обучающихся***Основная:**

1. Юричев Д. Введение в reverseengineering для начинающих.
URL:<http://yurichev.com>
2. Никонов В. В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать / В.В. Никонов. – СПб.: Питер, 2020. - 208 с.

Дополнительная:

1. Волошинов Д. В. Инженерная компьютерная графика / Д. В. Волошинов, В. В. Громов. – М.: Академия, 2020. - 208 с.
2. Большаков В. П. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, Е. А. Лебедева, А. В. Чернов. – СПб.: Питер, 2018. - 368 с.

Пример итогового задания (кейса) для проведения зачета

Время выполнения: 90 минут (2 часа)

«Сломанная деталь»

К вам обратились за помощью из небольшой лаборатории, занимающейся 3D печатью.

Сломалась гибкая муфта, которая используется в конструкции 3D принтера.

Вам предоставили картинку этой муфты (Рис.1) из открытых интернет источников и электронную модель в формате .stp (модель без истории).

Примечание: параметры электронной модели частично не совпадают с требованиями заказчика.



Рис.1 Гибкая муфта шагового двигателя 3D-принтера

Задание: за 90 минут необходимо создать пакет документов для изготовления гибкой муфты по двум данным источникам.

1. Создать чертеж гибкой муфты с размерами для изготовления.

Чертеж сохранить в формате САПР КОМПАС и дополнительно в формате картинки.

2. Создать 3D модель с историей, чтобы была возможность менять параметры (например, диаметры отверстий).

3. По 3D модели создать фотореалистичное изображение.

4. Предложить варианты изготовления данной муфты (назвать технологию изготовления, перечислить оборудование).

5. Презентовать заказчику выполненную работу (форму презентации выбрать самостоятельно).

Технические условия:

- Материал муфты АМгб
- Четыре одинаковых отверстия имеют резьбу М4

- Большие отверстия без резьбы

Ожидаемый результат:

3D модель гибкой муфты в формате .m3d

Чертеж муфты в формате .cdw

Чертеж муфты в формате .jpg

Фотореалистичное изображение в формате .jpg

Рекомендации для изготовления, выбор технологии (текстовый формат).

Презентация (защита выполненной работы).

Примечание:

Файлы сохранить в папку с фамилией разработчика.

СХЕМА ОЦЕНКИ

№ПП	Описание	Максимальные баллы
1	3D модель гибкой муфты	6
2	Чертеж муфты в формате .cdw	5
3	Чертеж муфты в формате .jpg	2
4	Фотореалистичное изображение	2
5	Выбор технологии изготовления	4
6	Хранение документов	1
7	Защита	5
	Всего:	25

Низкий уровень – 0-12 баллов.

Средний уровень – 13-20 баллов.

Высокий уровень 21 -25 баллов.