Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ГБПОУИО «ИАТ»
_____ Якубовский А.Н.
«29» мая 2026 г.

ПРОГРАММА
Дополнительного профессионального образования - Повышения квалификации

Реверсивный инжиниринг

Иркутск, 2026

№	Разработчик ФИО
1	Степанов Сергей Леонидович

СОДЕРЖАНИЕ

		стр.
1	ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ	4
2	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	6
3	УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	13
4	КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	17

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ
РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

1.1. Область применения программы
Программа направлена на формирование умений обучающихся

1.2. Категория слушателей

1.3. Форма обучения
очная

1.4. Цели и задачи программы – требования к результатам освоения программы

В результате освоения программы обучающийся должен	№ дидактической единицы	Формируемая дидактическая единица
Знать	1.1	Принципы работы и технические характеристики точности и скорости оборудования для оптической 3D оцифровки, а также требования к внешним условиям при проведении работ для обеспечения необходимой точности (постоянство температуры, отсутствие пыли, вибраций, паразитных источников света, сквозняков, наличие неподвижности объекта оцифровки и т.п.)
	1.2	Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства
	1.3	Виды брака при оптической 3D оцифровке и пути его устранения
	1.4	Программное обеспечение для преобразования реверсивного инжиниринга
	1.5	Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них для целей производства, методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей реверсивного инжиниринга, основы построения технических рисунков и чертежей

	1.6	Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки
Уметь	2.1	Осуществлять оптическую 3D оцифровку объемных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности геометрии) для дальнейшего реверсивного инжиниринга
	2.2	Осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях
	2.3	Осуществлять проверку трехмерной электронной модели детали на замкнутость контура и неразрывность
	2.4	Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели
	2.5	Подготавливать материал, оборудовавание и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом
	2.6	Запускать, контролировать и завершать процесс формообразования

1.5. Формируемые компетенции:

1 3D сканирование объемных объектов для целей реверсивного инжиниринга
2 Реверсивный инжиниринг
3 Проектирование модели изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий
4 Постановка на производство методами аддитивных технологий несложных изделий

1.6. Количество часов на освоение программы
Общий объем программы 72 часа.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Объем программы и виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем часов
Общий объем программы	**72**
теоретическое обучение	6
практические занятия	66
Промежуточная аттестация в форме "Зачет"	-

2.2.Тематический план и содержание программы

Наименование разделов	Наименование темы теоретического обучения, практических и лабораторных занятия	Объём часов	№ дидактической единицы	Формируемые компетенции	Текущий контроль, проверяемые дидактические единицы
1	2	3	4	5	6
Раздел 1	**Объемная оцифровка (3D сканирование)**	**20**			
Тема 1.1	**Объемная оцифровка**	**2**			
Занятие 1.1.1 теория	Оборудование, методы и организация работ при проведении работ по оцифровке.	2	1.1, 1.3	1	
Тема 1.2	**Подготовка и калибровка оборудования и подготовка объекта сканирования**	**2**			
Занятие 1.2.1 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток.	2	2.1	1	
Тема 1.3	**Объемная оцифровка объектов простой, средней и сложной геометрии, с различными светоотражающими характеристиками поверхностей**	**14**			
Занятие 1.3.1 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь простой формы №1).	2	2.1	1	
Занятие 1.3.2 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь простой формы №2).	2	2.1	1	
Занятие 1.3.3 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь с формой средней сложности №1).	2	2.1	1	

Занятие 1.3.4 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь средней сложности формы с элементами разных светоотражающих свойств №1).	2	2.1	1	
Занятие 1.3.5 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь средней сложности формы с элементами разных светоотражающих свойств №2).	2	2.1	1	
Занятие 1.3.6 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь сложной формы с элементами разных светоотражающих свойств №1).	2	2.1	1	
Занятие 1.3.7 практическое занятие	Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь сложной формы с элементами разных светоотражающих свойств №2).	2	2.1	2	
Тема 1.4	**Промежуточная аттестация**	**2**			
Занятие 1.4.1 практическое занятие	Объемная оцифровка объекта сложной геометрии с высоким светоотражением поверхности.	1	2.1	1	
Занятие 1.4.2 практическое занятие	Объемная оцифровка объекта сложной геометрии с высоким светоотражением поверхности.	1	2.1	1	1.1, 1.3, 2.1
Раздел 2	**Реверсивный инжиниринг для целей аддитивного производства**	**17**			
Тема 2.1	**Создание трехмерных параметрических моделей на основе данных объемной оцифровки с помощью САПР**	**15**			
Занятие 2.1.1 теория	Создание трехмерных параметрических моделей.	1	1.2, 1.4, 1.5	2	

Занятие 2.1.2 практическое занятие	Контроль геометрии детали в сравнении с облаком точек.	2	2.4	2	
Занятие 2.1.3 практическое занятие	Базовые концепции (простое моделирование).	2	2.4	2	
Занятие 2.1.4 практическое занятие	Моделирование без сетки, эскизирование, создание тел по эскизам. Параметрическое моделирование.	2	2.4	2	
Занятие 2.1.5 практическое занятие	Редактирование сегментированной модели. Автоматическое разбиение на регионы.	2	2.4	2	
Занятие 2.1.6 практическое занятие	Создание модели по данным сканирования.	2	2.4	2	
Занятие 2.1.7 практическое занятие	Реверсивный инжиниринг по полигональной модели (деталь №1).	2	2.4	2	
Занятие 2.1.8 практическое занятие	Реверсивный инжиниринг по полигональной модели (деталь №2).	2	2.4	2	
Тема 2.2	**Промежуточная аттестация**	**2**			
Занятие 2.2.1 практическое занятие	Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.	1	2.4	2	
Занятие 2.2.2 практическое занятие	Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.	1	2.4	2	1.2, 1.4, 1.5, 2.4
Раздел 3	**Проектирование оснастки и приспособлений**	**9**			

Тема 3.1	**Проектирование трехмерных параметрических моделей оснастки и приспособлений, для целей последующего производства с применением аддитивных технологий, на основе данных объемной оцифровки, других параметрических моделей, чертежей и/или технического задания с помощью САПР**	**7**			
Занятие 3.1.1 теория	Разработка мастер-модели для изготовления литейной или пресс-формы в аддитивном производстве.	1	1.6	3	
Занятие 3.1.2 практическое занятие	Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №1).	2	2.4	3	
Занятие 3.1.3 практическое занятие	Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №2).	2	2.4	3	
Занятие 3.1.4 практическое занятие	Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №3).	2	2.4	3	
Тема 3.2	**Промежуточная аттестация**	**2**			
Занятие 3.2.1 практическое занятие	Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров.	1	2.4	3	
Занятие 3.2.2 практическое занятие	Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров.	1	2.4	3	1.6, 2.4
Раздел 4	**Подготовка моделей к формообразованию (3D печати)**	**17**			
Тема 4.1	**Подготовка модели к формообразованию в соответствии с выбранной технологией и материалом (проверка и исправление ошибок, расположение, ориентация, расстановка и проверка поддержек, корректировка размеров с учетом**	**15**			

	усадок и финишной обработки)				
Занятие 4.1.1 теория	Подготовка модели к формообразованию в соответствии с выбранной технологией и материалом.	1	1.6	3	
Занятие 4.1.2 практическое занятие	Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №1).	2	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.1.3 практическое занятие	Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №2).	2	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.1.4 практическое занятие	Масштабирование моделей с учетом усадки материала.	2	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.1.5 практическое занятие	Взаимное расположение моделей.	2	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.1.6 практическое занятие	Расстановка поддержек.	2	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.1.7 практическое занятие	Слайсинг.	2	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.1.8 практическое занятие	Анализ слайсинга.	2	2.2, 2.3	3	
Тема 4.2	**Промежуточная аттестация**	**2**			
Занятие 4.2.1 практическое занятие	Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.	1	2.2, 2.3	3	
Занятие 4.2.2	Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.	1	2.2, 2.3	3	2.2, 2.3

практическое занятие					
Раздел 5	**Формообразование и финишная обработка**	**9**			
Тема 5.1	**Формообразование**	**1**			
Занятие 5.1.1 теория	Формообразование по технологиям SLA/DLP: возможности, оборудование, материалы, методы и организация работ, приложения промышленного применения.	1	1.2	4	
Тема 5.2	**Калибровка оборудования и тестирование материала на соответствие рекомендуемым параметрам формообразования**	**6**			
Занятие 5.2.1 практическое занятие	Калибровка 3D принтера.	2	2.5, 2.6	4	
Занятие 5.2.2 практическое занятие	Выбор тестовой модели 3D печати.	2	2.5, 2.6	4	
Занятие 5.2.3 практическое занятие	Проверка рекомендованных параметров 3D печати.	2	2.5, 2.6	4	
Тема 5.3	**Промежуточная аттестация**	**2**			
Занятие 5.3.1 практическое занятие	Формообразование по технологиям SLA/DLP.	1	2.5, 2.6	4	
Занятие 5.3.2 практическое занятие	Формообразование по технологиям SLA/DLP.	1	2.5, 2.6	4	2.5, 2.6

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВСЕХ ВИДОВ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (далее – ЛПР)

Наименование занятия ЛПР	**Перечень оборудования**
1.1.1 Оборудование, методы и организация работ при проведении работ по оцифровке.	Siemens NX, КОМПАС-3D, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo), Операционная система Microsoft Windows 10 Pro, Персональный компьютер
1.2.1 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, КОМПАС-3D, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.3.1 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь простой формы №1).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo), Siemens NX
1.3.2 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь простой формы №2).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ АСКОН (ВЕРТИКАЛЬ), 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.3.3 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь с формой средней сложности №1).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.3.4 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь средней сложности формы с элементами разных светоотражающих свойств №1).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.3.5 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь средней сложности формы с элементами разных светоотражающих	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)

свойств №2).	
1.3.6 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь сложной формы с элементами разных светоотражающих свойств №1).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.3.7 Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь сложной формы с элементами разных светоотражающих свойств №2).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.4.1 Объемная оцифровка объекта сложной геометрии с высоким светоотражением поверхности.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
1.4.2 Объемная оцифровка объекта сложной геометрии с высоким светоотражением поверхности.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, 3Д сканер (3D-сканер RangeVision Neo)
2.1.1 Создание трехмерных параметрических моделей.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.2 Контроль геометрии детали в сравнении с облаком точек.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.3 Базовые концепции (простое моделирование).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.4 Моделирование без сетки, эскизирование, создание тел по эскизам. Параметрическое моделирование.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.5 Редактирование сегментированной модели. Автоматическое разбиение на регионы.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.6 Создание модели по данным сканирования.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.7 Реверсивный инжиниринг по полигональной модели (деталь №1).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.1.8 Реверсивный инжиниринг по полигональной модели (деталь №2).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
2.2.1 Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D

2.2.2 Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
3.1.3 Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №2).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
3.1.4 Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №3).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
3.2.1 Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
3.2.2 Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.1 Подготовка модели к формообразованию в соответствии с выбранной технологией и материалом.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.2 Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №1).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.3 Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №2).	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.4 Масштабирование моделей с учетом усадки материала.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.5 Взаимное расположение моделей.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.6 Расстановка поддержек.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.1.7 Слайсинг.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D, Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus

4.1.8 Анализ слайсинга.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D
4.2.1 Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D, Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus
4.2.2 Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.	Персональный компьютер, Microsoft Windows 10, Siemens NX, КОМПАС-3D, Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus
5.2.1 Калибровка 3D принтера.	Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus
5.2.2 Выбор тестовой модели 3D печати.	Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus
5.2.3 Проверка рекомендованных параметров 3D печати.	Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus
5.3.1 Формообразование по технологиям SLA/DLP.	Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus
5.3.2 Формообразование по технологиям SLA/DLP.	Фотополимерный 3Д принтер (3D принтер Formlabs Form3), 3Д принтер Imprinta Hercules Strong duo, 3д принтер Raise 3D N2 Plus

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных, учебно-методических печатных и/или электронных изданий, нормативных и нормативно-технических документов:

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Контроль и оценка результатов освоения программы проводится на основе заданий и критериев их оценивания, представленных в фондах оценочных средств по программе Реверсивный инжиниринг. Фонды оценочных средств содержат контрольно-оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации.

4.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем в процессе проведения теоретического обучения, практических занятий, лабораторных занятий

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Индекс темы занятия
Текущий контроль № 1. **Методы и формы:** Практическая работа (Опрос) **Вид контроля:** Опрос во время защиты практической работы	
1.1 Принципы работы и технические характеристики точности и скорости оборудования для оптической 3D оцифровки, а также требования к внешним условиям при проведении работ для обеспечения необходимой точности (постоянство температуры, отсутствие пыли, вибраций, паразитных источников света, сквозняков, наличие неподвижности объекта оцифровки и т.п.)	1.1.1
1.3 Виды брака при оптической 3D оцифровке и пути его устранения	1.1.1
2.1 Осуществлять оптическую 3D оцифровку объемных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности геометрии) для дальнейшего реверсивного инжиниринга	1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.7, 1.4.1
Текущий контроль № 2. **Методы и формы:** Практическая работа (Опрос) **Вид контроля:** Опрос во время защиты практической работы	

1.2 Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства	2.1.1
1.4 Программное обеспечение для преобразования реверсивного инжиниринга	2.1.1
1.5 Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них для целей производства, методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей реверсивного инжиниринга, основы построения технических рисунков и чертежей	2.1.1
2.4 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели	2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.2.1
Текущий контроль № 3. **Методы и формы:** Практическая работа (Сравнение с аналогом) **Вид контроля:** Защита практической работы	
1.6 Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки	3.1.1
2.4 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели	2.2.2, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.2.1
Текущий контроль № 4. **Методы и формы:** Практическая работа (Опрос) **Вид контроля:** Защита практической работы	
2.2 Осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях	4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.2.1

2.3 Осуществлять проверку трехмерной электронной модели детали на замкнутость контура и неразрывность	4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.2.1
Текущий контроль № 5. **Методы и формы:** Практическая работа (Опрос) **Вид контроля:** Защита практической работы	
2.5 Подготавливать материал, оборудовавание и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом	5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.1
2.6 Запускать, контролировать и завершать процесс формообразования	5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.1

4.2. Промежуточная аттестация

Зачет может быть выставлен автоматически по результатам текущих контролей
Текущий контроль №1
Текущий контроль №2
Текущий контроль №3
Текущий контроль №4
Текущий контроль №5

Методы и формы: Практическая работа (Опрос)
Описательная часть: По выбору выполнить 1 теоретическое задание и 1 практическое задание

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	**Индекс темы занятия**
1.1 Принципы работы и технические характеристики точности и скорости оборудования для оптической 3D оцифровки, а также требования к внешним условиям при проведении работ для обеспечения необходимой точности (постоянство температуры, отсутствие пыли, вибраций, паразитных источников света, сквозняков, наличие	1.1.1

неподвижности объекта оцифровки и т.п.)	
1.2 Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства	2.1.1, 5.1.1
1.3 Виды брака при оптической 3D оцифровке и пути его устранения	1.1.1
1.4 Программное обеспечение для преобразования реверсивного инжиниринга	2.1.1
1.5 Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них для целей производства, методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей реверсивного инжиниринга, основы построения технических рисунков и чертежей	2.1.1
1.6 Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки	3.1.1, 4.1.1
2.1 Осуществлять оптическую 3D оцифровку объемных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности геометрии) для дальнейшего реверсивного инжиниринга	1.2.1, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5, 1.3.6, 1.3.7, 1.4.1, 1.4.2
2.2 Осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях	4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.2.1, 4.2.2
2.3 Осуществлять проверку трехмерной электронной модели детали на замкнутость контура и неразрывность	4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7, 4.1.8, 4.2.1, 4.2.2
2.4 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели	2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.2.1, 2.2.2, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.2.1, 3.2.2

2.5 Подготавливать материал, оборудовавание и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом	5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.1, 5.3.2
2.6 Запускать, контролировать и завершать процесс формообразования	5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.1, 5.3.2

4.3. Критерии и нормы оценки результатов освоения программы

Для каждой дидактической единицы представлены показатели оценивания на «3», «4», «5» в фонде оценочных средств по программе.

Оценка «2» ставится в случае, если обучающийся полностью не выполнил задание, или выполненное задание не соответствует показателям на оценку «3».