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

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ГБПОУИО «ИАТ»
_____ Якубовский А.Н.
«31» мая 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ПРОГРАММЕ
Дополнительного профессионального образования - Повышения квалификации

0 Реверсивный инжиниринг

Иркутск, 2022

№	Разработчик ФИО
1	Степанов Сергей Леонидович

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Область применения фонда оценочных средств (ФОС)

ФОС по программе является частью программы дополнительного профессионального образования.

1.2. 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

1.3. Формируемые компетенции

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

2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1 Текущий контроль (ТК) № 1

Тема занятия: 1.4.2.Объемная оцифровка объекта сложной геометрии с высоким светоотражением поверхности.

Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)

Вид контроля: Опрос во время защиты практической работы

Дидактическая единица: 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.)

Занятие(-я):

1.1.1.Оборудование, методы и организация работ при проведении работ по оцифровке.

Задание №1

Перечислить внешние условия при оцифровке обьектов.

Оценка	*Показатели оценки*
5	перечислино 6 условий
4	перечислино 5 условий
3	перечислино 4 условий

Дидактическая единица: 1.3 Виды брака при оптической 3D оцифровке и пути его устранения

Занятие(-я):

1.1.1.Оборудование, методы и организация работ при проведении работ по оцифровке.

Задание №1

Перечислить виды брака при оптической 3D оцифровке

Оценка	*Показатели оценки*
5	перечислино 3 вида брака
4	перечислино 2 вида брака
3	перечислин 1 вид брака

Дидактическая единица: 2.1 Осуществлять оптическую 3D оцифровку объемных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности

геометрии) для дальнейшего реверсивного инжиниринга

Занятие(-я):

1.2.1.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток.

1.3.1.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь простой формы №1).

1.3.2.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь простой формы №2).

1.3.3.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь с формой средней сложности №1).

1.3.4.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь средней сложности формы с элементами разных светоотражающих свойств №1).

1.3.5.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь средней сложности формы с элементами разных светоотражающих 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).

1.3.7.Калибровка 3D сканера, напыление дефектоскопического спрея, нанесение меток, сканирование, анализ результатов (деталь сложной формы с элементами разных светоотражающих свойств №2).

1.4.1.Объемная оцифровка объекта сложной геометрии с высоким светоотражением поверхности.

Задание №1

Произвести оцифровку 3д объекта

Оценка	***Показатели оценки***
5	1. Оцифровка осуществлена с требуемой точностью; 2. Отсутствует брак оцифровки; 3. Отсутствуют невосполнимые пропуски; 4. Колличество точек оптимизировано без потери формы.
4	1. Оцифровка осуществлена с требуемой точностью; 2. Отсутствует брак оцифровки; 3. Отсутствуют невосполнимые пропуски.
3	1. Оцифровка осуществлена с требуемой точностью; 2. Отсутствует брак оцифровки.

2.2 Текущий контроль (ТК) № 2

Тема занятия: 2.2.2.Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.

Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)
Вид контроля: Опрос во время защиты практической работы
Дидактическая единица: 1.2 Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства
Занятие(-я):
2.1.1.Создание трехмерных параметрических моделей.
Задание №1
Перечислить требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства

Оценка	*Показатели оценки*
5	Перечислено не менее 4-х требований
4	Перечислено не менее 3-х требований
3	Перечислено не менее 2-х требований

Дидактическая единица: 1.4 Программное обеспечение для преобразования реверсивного инжиниринга
Занятие(-я):
2.1.1.Создание трехмерных параметрических моделей.
Задание №1
Перечислить применяемые программы для преобразования реверсивного инжиниринга

Оценка	*Показатели оценки*
5	Перечислено не менее 4-х программ
4	Перечислено не менее 3-х программ
3	Перечислено не менее 2-х программ

Дидактическая единица: 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
Занятие(-я):
2.1.1.Создание трехмерных параметрических моделей.
Задание №1
Перечислить требования к полигональным моделям для возможности извлечения примитивов

Оценка	*Показатели оценки*

5	Перечислено не менее 4-х требований
4	Перечислено не менее 3-х требований
3	Перечислено не менее 2-х требований

Дидактическая единица: 2.4 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели

Занятие(-я):

2.1.2.Контроль геометрии детали в сравнении с облаком точек.

2.1.3.Базовые концепции (простое моделирование).

2.1.4.Моделирование без сетки, эскизирование, создание тел по эскизам. Параметрическое моделирование.

2.1.5.Редактирование сегментированной модели. Автоматическое разбиение на регионы.

2.1.6.Создание модели по данным сканирования.

2.1.7.Реверсивный инжиниринг по полигональной модели (деталь №1).

2.1.8.Реверсивный инжиниринг по полигональной модели (деталь №2).

2.2.1.Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.

Задание №1

Выполнить построение CAD модели на основании облака точек оцифрованной детали

Оценка	***Показатели оценки***
5	Модель выполнена не менее 100%; Точность построения с допуском 0,1 мм.; Масштаб модели определен с учетом усадки материала.
4	Модель выполнена не менее 90%; Точность построения с допуском 0,1 мм.; Масштаб модели определен с учетом усадки материала.
3	Модель выполнена не менее 80%; Точность построения с допуском 0,1 мм.; Масштаб модели определен с учетом усадки материала.

2.3 Текущий контроль (ТК) № 3

Тема занятия: 3.2.2.Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров.

Метод и форма контроля: Практическая работа (Сравнение с аналогом)

Вид контроля: Защита практической работы

Дидактическая единица: 1.6 Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки

Занятие(-я):

3.1.1.Разработка мастер-модели для изготовления литейной или пресс-формы в аддитивном производстве.

Задание №1

Перечислить требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки

Оценка	***Показатели оценки***
5	Перечислено не менее 4-х требований
4	Перечислено не менее 3-х требований
3	Перечислено не менее 2-х требований

Дидактическая единица: 2.4 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели

Занятие(-я):

2.2.2.Реверсивный инжиниринг по полигональной модели.

3.1.2.Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №1).

3.1.3.Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №2).

3.1.4.Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров (деталь №3).

3.2.1.Создание мастер-модели по имеющейся параметрической модели для изготовления силиконовых матриц для последующего литья полимеров.

Задание №1

Смоделировать прессформу для последующего аддитивного производства.

Оценка	***Показатели оценки***
5	1. Прессформа содержит все детали; 2. Прессформа имеет замки для взаимного позиционирования; 3. Масштаб выполнен с учетом усадки материалов

4	1. Прессформа содержит все детали; 2. Прессформа имеет замки для взаимного позиционирования; 3. Масштаб выполнен без учета усадки материалов
3	1. Прессформа содержит все детали; 2. Прессформа не имеет замки для взаимного позиционирования; 3. Масштаб выполнен без учета усадки материалов

2.4 Текущий контроль (ТК) № 4

Тема занятия: 4.2.2.Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.
Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)
Вид контроля: Защита практической работы
Дидактическая единица: 2.2 Осуществлять проверку и исправление ошибок в электронных моделях
Занятие(-я):
4.1.2.Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №1).
4.1.3.Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №2).
4.1.4.Масштабирование моделей с учетом усадки материала.
4.1.5.Взаимное расположение моделей.
4.1.6.Расстановка поддержек.
4.1.7.Слайсинг.
4.1.8.Анализ слайсинга.
4.2.1.Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.
Задание №1
Проверить модель на отсутствие ошибок, исправить.

Оценка	***Показатели оценки***
5	Выполнена проверка на наличие ошибок, 100% ошибок исправлено без нарушения формы.
4	Выполнена проверка на наличие ошибок, 85% ошибок исправлено без нарушения формы.
3	Выполнена проверка на наличие ошибок, 70% ошибок исправлено без нарушения формы.

Дидактическая единица: 2.3 Осуществлять проверку трехмерной электронной модели детали на замкнутость контура и неразрывность
Занятие(-я):
4.1.2.Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №1).

4.1.3.Проверка группы моделей на наличие ошибок (детали группы №2).
4.1.4.Масштабирование моделей с учетом усадки материала.
4.1.5.Взаимное расположение моделей.
4.1.6.Расстановка поддержек.
4.1.7.Слайсинг.
4.1.8.Анализ слайсинга.
4.2.1.Проверка группы моделей на наличие ошибок. Слайсинг.

Задание №1

Проверить модель на замкнутость контуров, исправить.

Оценка	***Показатели оценки***
5	Выполнено исправление замкнутости контуров не менее 100%.
4	Выполнено исправление замкнутости контуров не менее 85%.
3	Выполнено исправление замкнутости контуров не менее 70%.

2.5 Текущий контроль (ТК) № 5

Тема занятия: 5.3.2.Формообразование по технологиям SLA/DLP.
Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)
Вид контроля: Защита практической работы
Дидактическая единица: 2.5 Подготавливать материал, оборудовавание и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом
Занятие(-я):
5.2.1.Калибровка 3D принтера.
5.2.2.Выбор тестовой модели 3D печати.
5.2.3.Проверка рекомендованных параметров 3D печати.
5.3.1.Формообразование по технологиям SLA/DLP.

Задание №1

Произвести подготовку материалов и оборудования.

Оценка	***Показатели оценки***
5	1. Установлена и откалибрована и закреплена платформа печати; 2. Установлена и закреплена кювета; 3. Произведен контроль работоспособности матрицы; 4. Произведен контроль работоспособности дисплея; 5. Фотополимерная смола залита, отсутствуют отвердевшие включения и расслоения; 6. Установлена интенсивность освещения матрицы в соответствии с выбранной фотополимерной смолой (оптимальный режим);

4	1. Установлена и откалибрована и закреплена платформа печати; 2. Установлена и закреплена кювета; 3. Произведен контроль работоспособности матрицы; 4. Не произведен контроль работоспособности дисплея; 5. Фотополимерная смола залита, отсутствуют отвердевшие включения и расслоения; 6. Установлена интенсивность освещения матрицы в соответствии с выбранной фотополимерной смолой (пересвет);
3	1. Установлена и откалибрована и закреплена платформа печати; 2. Установлена и закреплена кювета; 3. Не произведен контроль работоспособности матрицы; 4. Не произведен контроль работоспособности дисплея; 5. Фотополимерная смола залита, отсутствуют отвердевшие включения и расслоения; 6. Установлена интенсивность освещения матрицы в соответствии с выбранной фотополимерной смолой (пересвет);

Дидактическая единица: 2.6 Запускать, контролировать и завершать процесс формообразования

Занятие(-я):

5.2.1.Калибровка 3D принтера.

5.2.2.Выбор тестовой модели 3D печати.

5.2.3.Проверка рекомендованных параметров 3D печати.

5.3.1.Формообразование по технологиям SLA/DLP.

Задание №1

Изготовить деталь на 3д принтере

Оценка	***Показатели оценки***

5	1. Произведен запуск 3d печати; 2. Режимы печати скорректированы (не образуются разрывы); 3. Соблюдены требования охраны труда и бозопасности производства; 4. Произведено снятие детали после формообразования без образования деффектов; 5. Деталь очищена от остатков фотополимерной смолы; 6. Деталь подвержена доотверждением; 7. Удалены поддержки; 8. Дренажные отверстия запечатаны вручную;
4	1. Произведен запуск 3d печати; 2. Режимы печати скорректированы (не образуются разрывы); 3. Соблюдены требования охраны труда и бозопасности производства; 4. Произведено снятие детали после формообразования без образования деффектов; 5. Деталь очищена от остатков фотополимерной смолы; 6. Деталь подвержена доотверждением; 7. Удалены поддержки; 8. Дренажные отверстия присутствуют, но не запечатаны.
3	1. Произведен запуск 3d печати; 2. Режимы печати скорректированы (не образуются разрывы); 3. Соблюдены требования охраны труда и бозопасности производства; 4. Произведено снятие детали после формообразования с образованем деффектов; 5. Деталь очищена от остатков фотополимерной смолы; 6. Деталь подвержена доотверждением; 7. Удалены поддержки; 8. Дренажные отверстия присутствуют, но не запечатаны или деталь полнотелая.

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вид промежуточной аттестации: Зачет

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

Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)
Вид контроля: По выбору выполнить 1 теоретическое задание и 1 практическое задание
Задания и критерии оценивания
Задание №1
Перечислить внешние условия при оцифровке обьектов.

Оценка	**Показатели оценки**
5	перечислино 4 условий

Задание №2
Перечислить требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства

Оценка	**Показатели оценки**
5	Перечислено не менее 2-х требований

Задание №3
Перечислить виды брака при оптической 3D оцифровке

Оценка	**Показатели оценки**
5	перечислин 1 вид брака

Задание №4
Перечислить применяемые программы для преобразования реверсивного

инжиниринга

Оценка	Показатели оценки
5	Перечислено не менее 2-х программ

Задание №5
Перечислить требования к полигональным моделям для возможности извлечения примитивов

Оценка	Показатели оценки
5	Перечислено не менее 2-х требований

Задание №6
Перечислить требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки

Оценка	Показатели оценки
5	Перечислено не менее 2-х требований

Задание №7
Произвести оцифровку 3д объекта

Оценка	Показатели оценки
5	1. Оцифровка осуществлена с требуемой точностью; 2. Отсутствует брак оцифровки;

Задание №8
Проверить модель на отсутствие ошибок, исправить.

Оценка	Показатели оценки
5	Выполнена проверка на наличие ошибок, 70% ошибок исправлено без нарушения формы.

Задание №9
Проверить модель на замкнутость контуров, исправить.

Оценка	Показатели оценки

5	Выполнено исправление замкнутости контуров не менее 70%.

Задание №10
Выполнить построение CAD модели на основании облака точек оцифрованной детали

Оценка	**Показатели оценки**
5	Модель выполнена не менее 80%; Точность построения с допуском 0,1 мм.; Масштаб модели определен с учетом усадки материала;

Задание №11
Произвести подготовку материалов и оборудования.

Оценка	**Показатели оценки**
5	1. Установлена и откалибрована и закреплена платформа печати; 2. Установлена и закреплена кювета; 3. Произведен контроль работоспособности матрицы; 4. Произведен контроль работоспособности дисплея; 5. Фотополимерная смола залита, отсутствуют отвердевшие включения и расслоения; 6. Установлена интенсивность освещения матрицы в соответствии с выбранной фотополимерной смолой (оптимальный режим);

Задание №12
Изготовить деталь на 3д принтере

Оценка	**Показатели оценки**

5	1. Произведен запуск 3d печати; 2. Режимы печати скорректированы (не образуются разрывы); 3. Соблюдены требования охраны труда и бозопасности производства; 4. Произведено снятие детали после формообразования без образования деффектов; 5. Деталь очищена от остатков фотополимерной смолы; 6. Деталь подвержена доотверждением; 7. Удалены поддержки; 8. Дренажные отверстия запечатаны вручную;

Перечень дидактических единиц

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

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