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 образования детей и взрослых

0 Реверсивный инжиниринг и аддитивное производство

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	Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства
	1.2	Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки
Уметь	2.1	Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели
	2.2	Подготавливать оборудование и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом

1.3. Формируемые компетенции

ДК.1 -----

2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1 Текущий контроль (ТК) № 1

Тема занятия: 1.1.4.Подготовка данных 3D сканирования (полигональных моделей) для последующего обратного проектирования детали. (практическое занятие)

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

Вид контроля: Практическая работа

Дидактическая единица: 1.2 Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки

Занятие(-я):

1.1.1.Создание трехмерных параметрических моделей

Задание №1

Перечислить не менее 4-х требований предъявляемых 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: 2.1 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели

Занятие(-я):

1.1.2.Подготовка данных 3D сканирования (полигональных моделей) для последующего обратного проектирования детали.

1.1.3.Подготовка данных 3D сканирования (полигональных моделей) для последующего обратного проектирования детали.

Задание №1

Подготовить единую полигональную модель с соблюдением следующих требований:

1. Опираясь на геометрию полигональных моделей обломковдетали, выровнять их в единой системе координат таким образом, чтобы полученная группа максимально точно соответствовала геометрии исходной (целой) детали. За базовую следует принимать систему координат файла “ V1_01.stl”;
2. Менять положение обломка из файла “ V1_01.stl” запрещено;
3. Сохранить результат работы в одном едином .stl файле для каждой детали

(если их несколько) “V1_01_algn.stl”…“ V1_n_algn.stl”.

Оценка	*Показатели оценки*
5	1. Все элементы совмещены, группа соответствует геометрии детали; 2. Положение базовой модели не изменено; 3. Задание сохранено в соответствии с заданием.
4	1. Все элементы совмещены, группа соответствует геометрии детали; 2. Положение базовой модели не изменено; 3. Задание сохранено не соответствует с заданием.
3	1. Все элементы совмещены, группа не соответствует геометрии детали (имеются отклонения); 2. Положение базовой модели не изменено; 3. Задание сохранено не соответствует с заданием.

2.2 Текущий контроль (ТК) № 2

Тема занятия: 1.1.7.Обратное проектирование детали по результатам 3D сканирования (полигональной модели)
Метод и форма контроля: Практическая работа (Сравнение с аналогом)
Вид контроля: Практическая работа
Дидактическая единица: 2.1 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели
Занятие(-я):
1.1.4.Подготовка данных 3D сканирования (полигональных моделей) для последующего обратного проектирования детали. (практическое занятие)
1.1.5.Обратное проектирование детали по результатам 3D сканирования (полигональной модели)
1.1.6.Обратное проектирование детали по результатам 3D сканирования (полигональной модели)
Задание №1
Построить редактируемую компьютерную модель, пригодную для последующего производства по следующим требованиям:

1. Допустимая погрешность построения не должна превышать ±0,1мм.;
2. Изменение положения исходной полигональной модели недопустимо;
3. Построенная компьютерная модель должна исключать дефекты исходного объекта, восстанавливая его первоначальную геометрию;

4. Построенная компьютерная модель должна быть трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, то есть все элементы модели должны быть сопряжены между собой, модель не может иметь открытых ребер, модель должна допускать возможность последующей работы с целью определения ее параметров и внесения изменений;
5. Использование автоповерхностей свободной формы недопустимо;
6. Полученную модель сохранить на сетевом диске "G" в папке в файле «A2-V1.stp».
7. Результат работы участника должен быть сохранен на сетевом диске "G" в папках: “Участник №(НОМЕР рабочего места) \Модуль А2\”.

Оценка	***Показатели оценки***
5	1. Редактируемая деталь построена с погрешностью построения не более ±0,1мм.; 2. Построенная компьютерная модель исключает дефекты исходного объекта; 3. Построенная компьютерная модель является трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, все элементы модели сопряжены между собой, модель не имеет открытых ребер; 4. Автоповерхности свободной формы не использовались; 5. Результат работы сохранен в соответствии с заданием.
4	1. Редактируемая деталь построена с погрешностью построения не более ±0,1мм.; 2. Построенная компьютерная модель исключает дефекты исходного объекта; 3. Построенная компьютерная модель является трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, все элементы модели сопряжены между собой, модель не имеет открытых ребер; 4. Автоповерхности свободной формы не использовались; 5. Результат работы сохранен с нарушением заданием.

3	1. Редактируемая деталь построена с погрешностью построения не более ±0,1мм.; 2. Построенная компьютерная модель исключает дефекты исходного объекта; 3. Построенная компьютерная модель является трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, все элементы модели сопряжены между собой, модель не имеет открытых ребер; 4. Автоповерхности свободной формы использовались; 5. Результат работы сохранен с нарушением заданием.

2.3 Текущий контроль (ТК) № 3

Тема занятия: 1.1.9.Реверсивный инжиниринг детали и восстановление номинальных размеров по результатам ручного обмера детали
Метод и форма контроля: Практическая работа (Информационно-аналитический)
Вид контроля: Практическая работа
Дидактическая единица: 2.1 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели
Занятие(-я):
1.1.7.Обратное проектирование детали по результатам 3D сканирования (полигональной модели)
1.1.8.Реверсивный инжиниринг детали и восстановление номинальных размеров по результатам ручного обмера детали
Задание №1

1. Построить редактируемую 3D-модель детали по результатам ручного обмера и восстановление номинальных размеров (с шагом 0.25мм).
2. Результат работы участника должен быть сохранен на сетевом диске "G" в папках: “Участник №(НОМЕР рабочего места) \Модуль А3\”.

Оценка	***Показатели оценки***
5	1. Построенная редактируемая модель выполнена с восстановлением номинальных размеров с шагом 0,25мм.; 2. Результат работы сохранен в соответствии с заданием.
4	1. Построенная редактируемая модель выполнена с восстановлением номинальных размеров с шагом 0,25мм.; 2. Результат работы сохранен с нарушением задания.

3	1. Построенная редактируемая модель выполнена с восстановлением номинальных размеров с шагом не соответствующему 0,25мм.; 2. Результат работы сохранен с нарушением задания.

2.4 Текущий контроль (ТК) № 4

Тема занятия: 1.1.13.Изготовление детали по технологии FDM
Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)
Вид контроля: Практическая работа
Дидактическая единица: 1.1 Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства
Занятие(-я):
1.1.10.Подготовка 3D моделей для целей аддитивного производства
Задание №1
Перечислить не менее 4-х требований предъявляемых 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: 2.2 Подготавливать оборудование и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом
Занятие(-я):
1.1.11.Подготовка 3D модели для печати по технологии FDM
1.1.12.Подготовка 3D модели для печати по технологии FDM
Задание №1
Учитывая специфику технологии FDM необходимо подготовить имеющуюся модель к 3D печати таким образом, чтобы, сохраняя функциональность, напечатанная деталь имела максимально достижимое качество печати (с соплом 0.3мм и шагом 0.2мм) и, при этом, предполагала минимально возможные трудозатраты на постобработку. Подготовленную модель сохранить в .stp и .stl форматах под именами “B2.stp” и “B2.stl”.

Оценка	***Показатели оценки***

5	1. Модель размещена таким образом, позволяющим печать деталь без поддержек; 2. Модель отмасштабирована с учетом усадки; 3. Размер сопла соответствует заданию.
4	1. Модель размещена таким образом, позволяющим печать деталь без поддержек; 2. Модель не отмасштабирована с учетом усадки; 3. Размер сопла соответствует заданию.
3	1. Модель размещена таким образом, позволяющим печать деталь без поддержек; 2. Модель не отмасштабирована с учетом усадки; 3. Размер сопла не соответствует заданию.

2.5 Текущий контроль (ТК) № 5

Тема занятия: 1.1.16.Изготовление детали по технологии DLP, LCD
Метод и форма контроля: Практическая работа (Опрос)
Вид контроля: Практическая работа
Дидактическая единица: 2.2 Подготавливать оборудование и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом
Занятие(-я):
1.1.13.Изготовление детали по технологии FDM
1.1.14.Подготовка 3D модели для печати по технологии DLP, LCD
1.1.15.Подготовка 3D модели для печати по технологии DLP, LCD
Задание №1

1. Подготовить полученную модель к 3D печати учитывая, что имеющийся 3D принтер позволяет печатать детали размером не более чем 65*155*115мм. Если модель не может быть размещена в рабочем объеме 3D принтера целиком, она должна быть разделена на несколько конструктивных частей (параметрических моделей в формате .STP). В таком случае, составляющие модель части должны иметь позиционирующие элементы, которые позволят склеить целую модель без перекосов и смещений.
2. Подготовленную модель или модели сохранить в .stp и .stl форматах под именами “B1_01.stp”…“ B1_n.stp” и “B1_01.stl”…“ B1_n.stl”, позиционировав таким образом, как их предпочтительно будет располагать на платформе 3D принтера.
3. В программе CHITUBOX подготовить файлы печати с поддержками и сохранить их в файлах “B1_01.photons ”…“ B1_n.photons ”. Позиционирование детали или ее частей должно обеспечивать максимально

достижимое качество печати и минимизацию трудозатрат на постобработку с учетом технических возможностей и особенностей DLP 3D принтера. Так же следует стремиться к сокращению числа запусков и общего времени печати, если это не ухудшит качество печати.

Оценка	***Показатели оценки***
5	1. Параметрическая модель разделена на отдельные конструктивные элементы; 2. Позиционирующие элементы построены, позволяют соединить детали без перекосов; 3. Сохранение результатов выполнено в соответствии с заданием.
4	1. Параметрическая модель разделена на отдельные конструктивные элементы; 2. Позиционирующие элементы построены, позволяют соединить детали без перекосов; 3. Сохранение результатов выполнено не в соответствии с заданием.
3	1. Параметрическая модель разделена на отдельные конструктивные элементы; 2. Позиционирующие элементы построены, не позволяют соединить детали без перекосов; 3. Сохранение результатов выполнено не в соответствии с заданием.

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вид промежуточной аттестации: Демонстрационный экзамен

Демонстрационный экзамен 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 (Сравнение с аналогом)
Вид контроля: По выбору выполнить 1 теоретическое задание и 1 практическое задание

Задания и критерии оценивания

Задание №1

Подготовить единую полигональную модель с соблюдением следующих требований:

1. Опираясь на геометрию полигональных моделей обломковдетали, выровнять их в единой системе координат таким образом, чтобы полученная группа максимально точно соответствовала геометрии исходной (целой) детали. За базовую следует принимать систему координат файла “ V1_01.stl”;
2. Менять положение обломка из файла “ V1_01.stl” запрещено;
3. Сохранить результат работы в одном едином .stl файле для каждой детали (если их несколько) “V1_01_algn.stl”…“ V1_n_algn.stl”.

Оценка	**Показатели оценки**
5	1. Все элементы совмещены, группа соответствует геометрии детали; 2. Положение базовой модели не изменено; 3. Задание сохранено в соответствии с заданием.
4	1. Все элементы совмещены, группа соответствует геометрии детали; 2. Положение базовой модели не изменено; 3. Задание сохранено не соответствует с заданием.

3	1. Все элементы совмещены, группа не соответствует геометрии детали (имеются отклонения); 2. Положение базовой модели не изменено; 3. Задание сохранено не соответствует с заданием.

Задание №2

Построить редактируемую компьютерную модель, пригодную для последующего производства по следующим требованиям:

1. Допустимая погрешность построения не должна превышать ±0,1мм.;
2. Изменение положения исходной полигональной модели недопустимо;
3. Построенная компьютерная модель должна исключать дефекты исходного объекта, восстанавливая его первоначальную геометрию;
4. Построенная компьютерная модель должна быть трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, то есть все элементы модели должны быть сопряжены между собой, модель не может иметь открытых ребер, модель должна допускать возможность последующей работы с целью определения ее параметров и внесения изменений;
5. Использование автоповерхностей свободной формы недопустимо;
6. Полученную модель сохранить на сетевом диске "G" в папке в файле «A2-V1.stp».
7. Результат работы участника должен быть сохранен на сетевом диске "G" в папках: “Участник №(НОМЕР рабочего места) \Модуль А2\”.

Оценка	**Показатели оценки**
5	1. Редактируемая деталь построена с погрешностью построения не более ±0,1мм.; 2. Построенная компьютерная модель исключает дефекты исходного объекта; 3. Построенная компьютерная модель является трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, все элементы модели сопряжены между собой, модель не имеет открытых ребер; 4. Автоповерхности свободной формы не использовались; 5. Результат работы сохранен в соответствии с заданием.

4	1. Редактируемая деталь построена с погрешностью построения не более ±0,1мм.; 2. Построенная компьютерная модель исключает дефекты исходного объекта; 3. Построенная компьютерная модель является трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, все элементы модели сопряжены между собой, модель не имеет открытых ребер; 4. Автоповерхности свободной формы не использовались; 5. Результат работы сохранен с нарушением заданием.
3	1. Редактируемая деталь построена с погрешностью построения не более ±0,1мм.; 2. Построенная компьютерная модель исключает дефекты исходного объекта; 3. Построенная компьютерная модель является трехмерной, полностью объединенной и редактируемой, все элементы модели сопряжены между собой, модель не имеет открытых ребер; 4. Автоповерхности свободной формы использовались; 5. Результат работы сохранен с нарушением заданием.

Задание №3

1. Построить редактируемую 3D-модель детали по результатам ручного обмера и восстановление номинальных размеров (с шагом 0.25мм).
2. Результат работы участника должен быть сохранен на сетевом диске "G" в папках: “Участник №(НОМЕР рабочего места) \Модуль А3\”.

Оценка	**Показатели оценки**
5	1. Построенная редактируемая модель выполнена с восстановлением номинальных размеров с шагом 0,25мм.; 2. Результат работы сохранен в соответствии с заданием.
4	1. Построенная редактируемая модель выполнена с восстановлением номинальных размеров с шагом 0,25мм.; 2. Результат работы сохранен с нарушением задания.
3	1. Построенная редактируемая модель выполнена с восстановлением номинальных размеров с шагом не соответствующему 0,25мм.; 2. Результат работы сохранен с нарушением задания.

Задание №4

Учитывая специфику технологии FDM необходимо подготовить имеющуюся модель к 3D печати таким образом, чтобы, сохраняя функциональность, напечатанная деталь имела максимально достижимое качество печати (с соплом 0.3мм и шагом 0.2мм) и, при этом, предполагала минимально возможные трудозатраты на постобработку. Подготовленную модель сохранить в .stp и .stl форматах под именами “B2.stp” и “B2.stl”.

Оценка	**Показатели оценки**
5	1. Модель размещена таким образом, позволяющим печать деталь без поддержек; 2. Модель отмасштабирована с учетом усадки; 3. Размер сопла соответствует заданию.
4	1. Модель размещена таким образом, позволяющим печать деталь без поддержек; 2. Модель не отмасштабирована с учетом усадки; 3. Размер сопла соответствует заданию.
3	1. Модель размещена таким образом, позволяющим печать деталь без поддержек; 2. Модель не отмасштабирована с учетом усадки; 3. Размер сопла не соответствует заданию.

Задание №5

1. Подготовить полученную модель к 3D печати учитывая, что имеющийся 3D принтер позволяет печатать детали размером не более чем 65*155*115мм. Если модель не может быть размещена в рабочем объеме 3D принтера целиком, она должна быть разделена на несколько конструктивных частей (параметрических моделей в формате .STP). В таком случае, составляющие модель части должны иметь позиционирующие элементы, которые позволят склеить целую модель без перекосов и смещений.
2. Подготовленную модель или модели сохранить в .stp и .stl форматах под именами “B1_01.stp”…“ B1_n.stp” и “B1_01.stl”…“ B1_n.stl”, позиционировав таким образом, как их предпочтительно будет располагать на платформе 3D принтера.
3. В программе CHITUBOX подготовить файлы печати с поддержками и сохранить их в файлах “B1_01.photons ”…“ B1_n.photons ”. Позиционирование детали или ее частей должно обеспечивать максимально достижимое качество печати и минимизацию трудозатрат на постобработку с

учетом технических возможностей и особенностей DLP 3D принтера. Так же следует стремиться к сокращению числа запусков и общего времени печати, если это не ухудшит качество печати.

Оценка	Показатели оценки
5	1. Параметрическая модель разделена на отдельные конструктивные элементы; 2. Позиционирующие элементы построены, позволяют соединить детали без перекосов; 3. Сохранение результатов выполнено в соответствии с заданием.
4	1. Параметрическая модель разделена на отдельные конструктивные элементы; 2. Позиционирующие элементы построены, позволяют соединить детали без перекосов; 3. Сохранение результатов выполнено не в соответствии с заданием.
3	1. Параметрическая модель разделена на отдельные конструктивные элементы; 2. Позиционирующие элементы построены, позволяют соединить детали без перекосов; 3. Сохранение результатов выполнено не в соответствии с заданием.

Задание №6

Перечислить не менее 4-х требований предъявляемых 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.

Задание №7

Перечислить не менее 4-х требований предъявляемых 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.

Перечень дидактических единиц

2.1 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели

2.1 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели

2.1 Моделировать в САПР объекты, предназначенные для последующего аддитивного производства, опираясь на чертежи, технические задания или оцифрованные модели

2.2 Подготавливать оборудование и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом

2.2 Подготавливать оборудование и модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом

1.1 Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга и аддитивного производства

1.2 Требования к CAD моделям, предназначенным для аддитивного производства и ЧПУ обработки