|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Реверсивный инжиниринг»

Итогового (межрегионального) этапа Чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы».

*Оренбургская область*

2025 г.

Конкурсное задание разработано экспертным сообществом и утверждено Менеджером компетенции, в котором установлены нижеследующие правила и необходимые требования владения профессиональными навыками для участия в соревнованиях по профессиональному мастерству.

**Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:**

[1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ 4](#_Toc195539377)

[1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ 4](#_Toc195539378)

[1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ» 4](#_Toc195539379)

[1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ 10](#_Toc195539380)

[1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ 10](#_Toc195539381)

[1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ 11](#_Toc195539382)

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания 11](#_Toc195539383)

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания 12](#_Toc195539384)

[2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ 20](#_Toc195539385)

[2.1. Личный инструмент конкурсанта 22](#_Toc195539386)

[2.2.Материалы, оборудование, инструменты, технологии и действия, запрещенные на площадке 22](#_Toc195539387)

[3. Приложения 22](#_Toc195539388)

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ**

1. ФГОС – Федеральный государственный образовательный стандарт
2. ПС – Профессиональный стандарт
3. ТК – Требования компетенции
4. КЗ – Конкурсное задание
5. ИЛ – Инфраструктурный лист
6. КО – Критерии оценки
7. STL – формат файлов, применяемый с 1987 г. в качестве базового для передачи данных компьютерной 3D-модели в аддитивную машину для построения физической модели
8. STEP - Стандарт обмена данными модели изделия.

# 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

## 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ

Требования компетенции (ТК) «Реверсивный инжиниринг» определяют знания, умения, навыки и трудовые функции, которые лежат в основе наиболее актуальных требований работодателей отрасли.

Целью соревнований по компетенции является демонстрация лучших практик и высокого уровня выполнения работы по соответствующей рабочей специальности или профессии.

Требования компетенции являются руководством для подготовки конкурентоспособных, высококвалифицированных специалистов / рабочих и участия их в конкурсах профессионального мастерства.

В соревнованиях по компетенции проверка знаний, умений, навыков и трудовых функций осуществляется посредством оценки выполнения практической работы.

Требования компетенции разделены на четкие разделы с номерами и заголовками, каждому разделу назначен процент относительной важности, сумма которых составляет 100.

## 1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ»

Таблица 1

**Перечень профессиональных задач специалиста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел** | **Важность в %** |
| **1** | **Общие навыки организации и управления работой** | **10** |
| Специалист должен знать и понимать:   * Назначение и область применения реверсивного инжиниринга и аддитивных технологий. * Принципы и применение связанных и заменяющих технологий. * Важность и необходимость технического задания для выполнения работ. * Важность учета и планирования времени выполнения работ. * Существующие российский (ГОСТ) и международный (ISO) стандарты. * Техническую терминологию и обозначения соответствующие области. * Связанные с компетенцией теоретические и прикладные разделы математики, геометрии и физики. * Роль и значение предоставления инновационных и творческих решений технических и дизайнерских проблем и задач. * Законодательство в области техники безопасности и норм охраны здоровья и лучшие практики со специальными мерами безопасности при работе на автоматизированных рабочих местах с использованием видео дисплеев и устройств бесконтактной оцифровки. * Важность эффективных, экономичных и рациональных методов работы |
| Специалист должен уметь:   * Самостоятельно разбираться в техническом задании, планировать время его выполнения и соблюдать установленные временные рамки. * Последовательно применять существующие российский (ГОСТ) и международный (ISO) стандарты. * Применять и продвигать применение законодательства и лучших практик в области техники безопасности и норм охраны труда на рабочем месте. * Использовать знания в области прикладной физики, химии и математики. * Использовать соответствующие области терминологию и специальные обозначения. * Справляться с проблемами в системах, такими как: ложные сообщения, отсутствие ожидаемого отклика периферийных устройств, наличие очевидных дефектов в оборудовании или соединительных проводах. * Планировать рабочее время, расставлять приоритеты между задачами на рациональной основе. * Самостоятельно интерпретировать технические задачи; * Производить работы, полностью соответствующие техническим условиям и стандартам. * Создавать и применять инновационные и творческие решения проблем и задач в аддитивном производстве. * Поддерживать соответствующий производственным задачам внешний вид и манеру поведения. * Работать эффективно, экономно и рационально |
| **2** | **Метрология** | **15** |
| Специалист должен знать и понимать:   * Различные типы и номенклатуру средств измерений, используемых инструментов и приспособлений (щупов, датчиков, фиксирующих устройства и др.); * Конструктивные и метрологические характеристики средств измерений, в том числе специальных (для измерения узких канавок, зубчатых колес, резьбы и т.д.); * Факторы, оказывающие влияние на достоверность результатов измерений (загрязнение поверхностей, нарушение температурного баланса, неконтролируемое измерительное усилие и т.д.); * Понятия: квалитеты точности, поля допусков, линейные и угловые размеры, геометрические допуски; * Методы проведения измерений. |
| Специалист должен уметь:   * Производить подготовку объектов и средств к проведению измерений. * Выполнять, при необходимости, калибровку, регулировку и юстировку средств измерений. * Выбирать измерительные инструменты/приборы (калибры, щупы, датчики и т.д.), вспомогательные и фиксирующие приспособления (тиски, призмы, прижимы и т.д.) исходя из спланированной стратегии измерений. * Производить измерения с использованием различных контрольно-измерительных средств. * Правильно считывать маркировки и показания со шкал измерительных инструментов. * Обеспечивать правильность измерений и достоверность получаемых данных (сводить к минимуму погрешности, связанные с человеческим фактором). * Находить требуемую информацию в специализированных справочниках, таблицах, схемах и полигональных моделях. * Выполнять текущие операции по обслуживанию измерительных инструментов. |
| **3** | **3D сканирование** | **25** |
| Специалист должен знать:   * Принципы работы оборудования для 3D оцифровки. * Достоинства и недостатки различных типов оборудования для 3D оцифровки и технологий, на которых оно базируется. * 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.). * Значимость калибровки оборудования и требования к процессу осуществления калибровки. * Требования к характеристикам поверхности объекта для оптической 3D оцифровки (рыхлость, гладкость, прозрачность, светопроницаемость, отражающая способность, и т.п.). * Пути и методы подготовки поверхностей для оптической 3D оцифровки (отмывка, обезжиривание, матирование, и т.п.). * Требования к полигональным моделям для целей реверсивного инжиниринга; * Виды брака при опти.еской 3D оцифровке и пути его устранения |
| Специалист должен уметь:   * Осуществлять настройку и калибровку оборудования; * Принимать решение о возможности оптической 3D оцифровки и соответствии ее результата техническому заданию (возожно / невозможно осуществить, какая точность может быть обеспечена для данного объекта и имеющихся условий оцифровки). * Принимать решения относительно необходимости и содержания предварительных работ (разборка, отмывка, окраска и т.п.). * Производить предварительные работы для нанесения матирующих покрытий. * Наносить матирующие покрытия. * Наносить оптические метки. * Фиксировать объект для осуществления оцифровки; * Осуществлять оптическую 3D оцифровку для различных объектов (различных материалов, характеристик поверхностей и сложности геометрии). * Получать в результате оптической 3D оцифровки модели, пригодные для дальнейшего реверсивного инжиниринга. * Сохранять результаты в требуемом формате |
| **4** | **Обратное проектирование** | **35** |
| Специалист должен знать:   * Программное обеспечение для преобразования 3D SCAN-TO-CAD (например, Siemens NX, GeoMagic Dezign X). * Цели реверсивного инжиниринга применительно к аддитивным технологиям (уменьшение количества деталей, уменьшение массы, оптимизация функций и т.п.). * Программное обеспечение CAD. * Программное обеспечение для CAE и оптимизации моделей. * Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них (построения на их основе) примитивов для целей реверсивного инжиниринга. * Методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей реверсивного инжиниринга. * Механические системы и принципы их работы. * Основы построения технических рисунков и чертежей. * Основы сборки компонентов. * Методы сопоставления CAD моделей и полигональных моделей, полученных в результате 3D оцифровки. * Требования к CAD моделям, предназначенным для ЧПУ обработки. * Свойства материалов, применяемых в машиностроении |
| Специалист должен уметь:   * Создавать редактируемые CAD модели по данным оцифровки (по полигональным моделям). * Учитывать особенности и возможности аддитивных технологий. * Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по имеющимся в полигональной модели данным об объекте (например, на зубчатом колесе сохранился только 1 зуб, или на червяке - 1 виток, или имеется только 1/3 фланца). * Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым с ответных деталей. * Восполнять недостающие данные об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым ручным инструментом с имеющегося объекта (например, определение глубины глухого отверстия глубиномером или его диаметра - нутромером). * Вносить в создаваемые компьютерные модели изменения, в соответствии с техническим заданием. * Анализировать отклонение проектируемого объекта от результатов 3D оцифровки. * Производить оптимизацию структуры модели и анализ оптимизированной структуры в соответствии с техническим заданием. * Применять стандарты на условные размеры и допуски и на геометрические размеры и допуски, соответствующие стандарту ГОСТ/ISO |
| **5** | **3D печать** | **15** |
| Специалист должен знать:   * ПО для подготовки моделей к формообразованию, их анализа и симуляции процессов. * Преимущества и недостатки наиболее распространенных аддитивных технологий (SLS, SLM, SLA/DLP, FDM/FFF и MJ). * Свойства, преимущества и недостатки индустриальных материалов для 3D печати. * Требования к моделям в зависимости от конкретной технологии и материала. * Значимость тестирования материала, проверки и калибровки оборудования перед запуском процесса построения. * Технологии финишной обработки, их трудоемкость и требования к моделям (требования к креплению, элементы для привязки, припуски на постобработку, последовательность операций для снятия напряжений). * Технологии и процессы, в которых могут использоваться изделия, произведенные с помощью аддитивных технологий (литье в песчанно-полимерные формы, по выплавляемым/выжигаемым моделям, литье полимеров и т.п.) |
| Специалист должен уметь:   * Выбирать технологию, дающую лучший результат в соответствии с задачей. * Выбирать материал, лучшим образом соответствующий задаче. * Подготавливать модель для формообразования в соответствии с выбранной технологией и материалом (расположение, ориентация, поддержки, усадка). * Осуществлять тестирование материала, проверку и калибровку оборудования, ремонт или замену технологической оснастки перед запуском процесса построения. * Запускать и контролировать процесс формообразования. * Определять необходимые процессы постобработки, их сложность и трудоемкость |

## 1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ

Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту, должна попадать в диапазон баллов, определенных для каждого раздела компетенции, обозначенных в требованиях и указанных в таблице №2.

*Таблица №2*

**Матрица пересчета требований компетенции в критерии оценки**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Критерий/Модуль** | | | | | | | | **Итого баллов**  **за раздел ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕ**  **ТЕНЦИИ** |
| **Разделы ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕ**  **ТЕНЦИИ** |  | **A** | **Б** | **В** | **Г** | **Д** | **Е** |  |
| **1** | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | **10** |
| **2** | 9 | - | - | - | 5 | 1 | **15** |
| **3** | - | 17 | 6 | - | 2 | - | **25** |
| **4** | - | 5 | 20 | 8 | 2 | - | **35** |
| **5** | - | - | - | 8 | - | 7 | **15** |
| **Итого баллов за критерий/модуль** | | **10** | **25** | **27** | **17** | **10** | **11** | **100** |

## 1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ

Оценка Конкурсного задания будет основываться на критериях, указанных в таблице №3.

*Таблица №3*

**Оценка конкурсного задания**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Критерий** | | **Методика проверки навыков в критерии** |
| **А** | **Реверсивный инжиниринг на основе данных, полученных с помощью ручных измерительных инструментов** | Оценка на основе сопоставления размеров параметрической модели конкурсанта с действительными размерами реального объекта |
| **Б** | **3D сканирование объекта реверсивного инжиниринга** | Оценка посредством сравнения качества полигональных поверхностей определенных элементов 3D скана конкурсанта и эталонного скана |
| **В** | **Восстановление геометрии объекта реверсивного инжиниринга с построением параметрической модели на основе неполных данных** | Оценка на основе сопоставления размеров параметрической модели конкурсанта с размерами эталонной модели |
| **Г** | **Перепроектирование изделия для его построения по технологии FDM** | Оценка соответствия спроектированной конкурсантом модели(ей) функциональным, геометрическим и параметрическим требованиям задания. |
| **Д** | **Анализ отклонений модели, полученной в результате 3D сканирования от параметрической модели, полученной в результате реверсивного инжиниринга** | Оценка содержательности, точности и правильности отчета, созданного конкурсантом |
| **Е** | **Производство функциональных изделий объекта реверсивного инжиниринга или производственной оснастки на аддитивных установках** | Оценка соответствия построенных конкурсантом готовых деталей на соответствие требованиям задания по точности размеров, функциональности, прочности, и иным объективным параметрам. |

## 1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Общая продолжительность Конкурсного задания: 11 часов 45 минут.

Количество конкурсных дней: 3 дня

Вне зависимости от количества модулей, КЗ включает оценку по каждому из разделов требований компетенции.

Оценка знаний конкурсанта должна проводиться через практическое выполнение Конкурсного задания. В дополнение могут учитываться требования работодателей для проверки теоретических знаний / оценки квалификации.

### 1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания

Конкурсное задание состоит из 6 модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) – 5 модулей (А-Д), и вариативную часть – модуль (Е). Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

### 1.5.2. Структура модулей конкурсного задания

**Модуль А. Реверсивный инжиниринг на основе данных, полученных с помощью ручных измерительных инструментов** **(инвариант)**

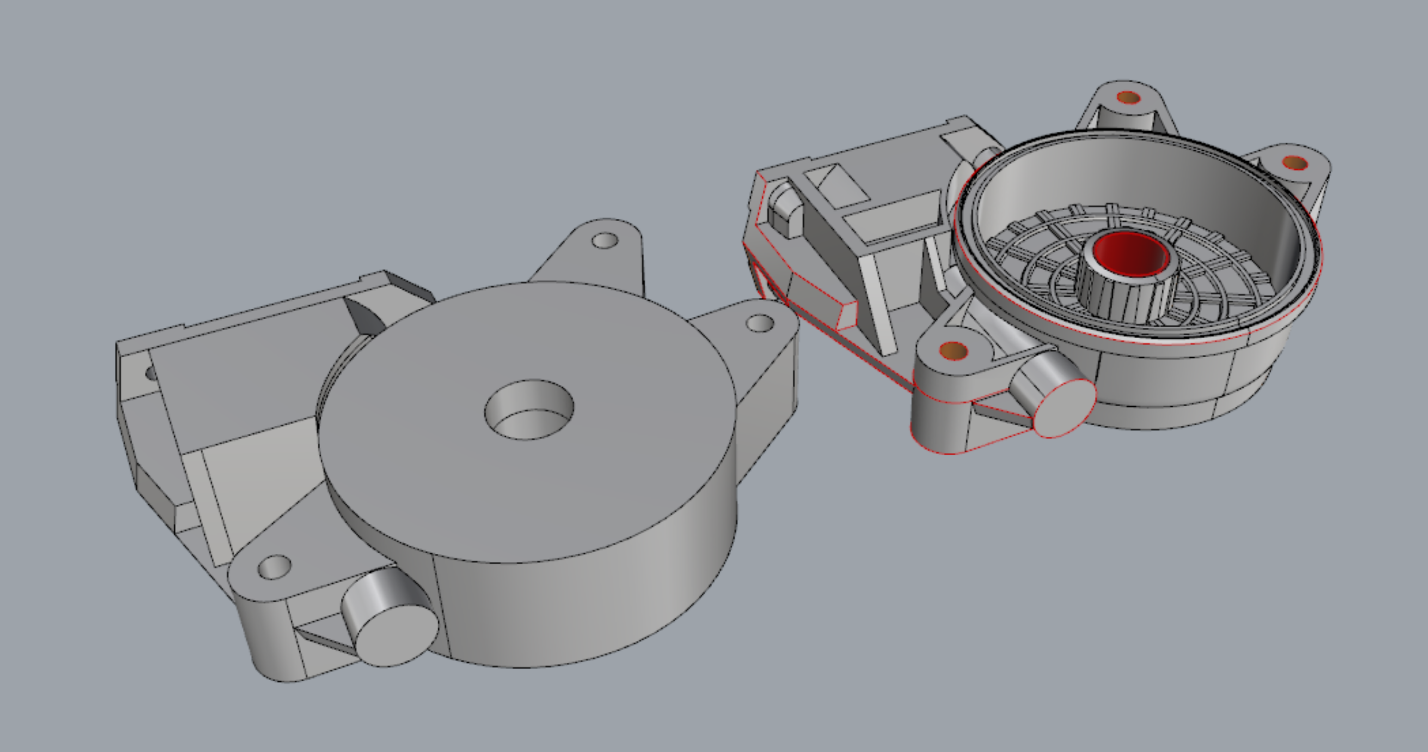
**Время на выполнение модуля:** 1 час 30 минут

**Задание:**

Для ускорения входного контроля деталей, поступающих со сварочного участка необходимо спроектировать соответствующий шаблон.

Шаблон должен быть спроектирован на основании имеющейся детали, с некоторыми изменениями.

Для выполнения задания Конкурсанту предоставляются: физическая деталь (рис. 1), пояснительная модель, лист писчей бумаги А4, инструмент для обмера конкурсант берет из тулбокса (штангенциркуль, линейка, угломер, радиусомер).

Рисунок 1

**Необходимо:**

Руководствуясь пояснительной моделью, снять необходимые размеры с физической детали и по ее действительным размерам построить редактируемую параметрическую 3D-модель.

При построении барабана и бобышек кронштейнов крепления следует использовать максимальные значения диаметров. Так же при построении кронштейнов крепления формирующие их плоскости с уклоном следует заменить перпендикулярными к хОу плоскостями по максимальному размеру.

Размеры, снимаемые с пластиковых элементов детали округляются до десятых.

Размеры, снимаемые с металлических элементов детали округляются до сотых.

-Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку на рабочем столе:

***Конкурсант\_№ (НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль А.***

***Деталь сохранить как:***

***- проект CAD с деревом построения;***

***- нейтральный формат \*.step (параметрическая модель)***

**Модуль Б. 3D сканирование объектов реверсивного инжиниринга**

**Б1 - сканирование крупногабаритной детали ручным сканером**

**Время на выполнение этапа модуля:1 час 30 минут**

**Задание:**

Для разработки крепления и учёта необходимого пространства, формы и функционала для новой системы принудительного нагнетания воздуха в двигатель и системы выпуска газов, конкурсанту необходимо оцифровать деталь и получить полигональную модель всей поверхности новой системы, включая все привалочные поверхности, места крепления патрубков, внутреннюю поверхность компрессора и турбины.

В модели не должно быть невосполнимых пропусков данных, мусора и иных артефактов.

Модель должна отображать истинную геометрию детали без искажений.

Конкурсанту выдаётся: крупногабаритный объект, 3D-сканер и метки.

По завершении работы конкурсант должен удалить все метки, не повредив при этом поверхность детали.

О завершении работы (после удаления меток), Конкурсант информирует экспертов для фиксации времени.

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папке рабочем столе:

***Конкурсант\_№ (НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Б1***

***Деталь сохранить как:***

***- «Модель Б1.stl»***

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | |

Рисунок 2-4

**Б2 - 3D сканирование объекта реверсивного инжиниринга стационарным сканером**

**Время на выполнение этапа модуля:** 2 часа

**Задание:**

Конкурсанту необходимо максимально подробно оцифровать объект, по возможности избегая любых пропусков и потерь данных, так, чтобы модели были пригодны для реверсивного инжиниринга и позволяли полностью восстановить геометрию исходной детали.

Полученную модель необходимо выронить относительно системы координат.

В полученных моделях не должно содержаться 3D мусора и иных артефактов.

Конкурсанту предоставляются: объект (Рис.2), стационарный оптический 3D-сканер, необходимые расходные материалы.

При выполнении задания Конкурсант может использовать любые инструменты и оснастку из своего туллбокса.

На сканирование отводится не более 2 часов, калибровку оборудования.

**Любое заполнение пропусков данных запрещено. Редактированные модели не оцениваются!**

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку на рабочем столе:

***Конкурсант\_№ (НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Б2***

***Деталь сохранить как: - «Модель Б2.stl»***

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | |

Рисунок 5-7

**Модуль В. Восстановление геометрии объекта реверсивного инжиниринга с построением параметрической модели на основе неполных данных (инвариант)**

**В1. Первичный этап восстановления геометрии объекта реверсивного инжиниринга на основе неполных данных (инвариант)**

**Время на выполнение модуля***:* 45 минут

**Задание:**

Конкурсанту предоставляются полигональные модели фрагментов корпусной детали после выхода её из строя, в формате «STL».

Необходимо вернуть осколки в то геометрическое положение, которое они имели до разрушения детали. Между фрагментами, возвращенными в исходное положение, допустимы пропуски полигональной сетки, некритичные для последующего реверсивного инжиниринга.

Собранные в соответствии с заданием осколки необходимо сохранить в едином файле формата .stl.

Фрагмент с названием Mesh\_fix считать базовым. **Изменение его координат недопустимо.**

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку на рабочем столе:

***Конкурсант\_№ (НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль В1\***

***Деталь сохранить как: - «Модель В1.stl»***

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рисунок 8-9

**МОДУЛЬ В2. «Восстановление геометрии объектов реверсивного инжиниринга с построением параметрических моделей на основе полигональных моделей» (инвариант)**

**Время на выполнение модуля:** 2 часа

**Задание:**

Для локализации производства в России требуется восстановить параметрическую геометрию корпуса топливного насоса высокого давления по 3D скану.

Конкурсанту предоставляется полигональная модель детали в формате «STL».

Необходимо выполнить реверсивный инжиниринг геометрии и получить параметрическую редактируемую модель, необходимую для последующего производства.

Построение осуществлять по действительным размерам

На все привалочные плоскости дать припуск 0.8 мм.

На все охватывающие сопрягаемые поверхности дать припуск 1.5 мм.

Отверстия подкрепеж выполнить по действительным размерам, с округлением до сотых мм.

**ВАЖНО!**

**Запрещается изменять системы координат модели**.

**Использовать «авто поверхности» запрещено**.

**При невыполнении этих условий работа не проверяется.**

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку и на рабочем столе в форматах «**STP**», используемой **CAD**-программы и «**STL**»:

***Кон\_№(…) \Модуль В2\Конк\_№(…)\_Мод\_В2.stp***

***Кон\_№(…) \Модуль В2\Конк\_№(…)\_Мод\_В2.(формат исп. CAD)***

***Кон\_№(…) \Модуль В2\Конк\_№(…)\_Мод\_В2.stl***

**Модуль Г. Перепроектирование изделия для его построения по технологии FDM (инвариант)**

**Время на выполнение модуля:** 2 часа

**Задание:**

Проектирование оснастки для конкретного изделия с целью фиксации объекта в определённых положениях, для сканирования и последующего контроля геометрии данной детали.

Модель оснастки должна быть подготовлена и пригодна для дальнейшего изготовления на 3д принтере с технологией FFF, послойного наплавления материала.

Затраты на удаление поддержек и остальную постобработку должны быть минимизированы.

Оснастка должна надёжно фиксировать деталь во всех направлениях.

Не заграждать доступ к указанным поверхностям и частям сканируемой детали.

Быть многократно использована

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку на рабочем столе:

***Конкурсант\_№ (НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Г\***

***Детали сохранить как: - «Модель Г\_01.stp» …«Модель Г\_n.stp» и***

***«Модель Г\_01.stl» …«Модель Г\_n.stl».***

***Сохраненные файлы stl должны быть полностью готовы для печати.***

**Модуль Д. Анализ отклонений имеющихся деталей от проектных значений на основе сопоставления полигональных моделей, полученных в результате 3D сканирования от спроектированной параметрической модели (инвариант)**

**Время на выполнение модуля:** 1 час

**Задание:** необходимо выполнить выравнивание по плоскостям (Рис.1), сопоставить модели, проинспектировать отклонения и подготовить поочередно отчеты по предложенной форме.

**Конкурсанту предоставляется:** три полигональные модели изделия, полученные в результате 3D сканирования и параметрическая модель того же изделия, чертеж модели с указанием контролируемых размеров и параметров и форма необходимого отчета.

Форма отчета

1. Эталонные данные (модель stp)
2. Данные для инспекции по чертежу (Рис.2)
3. Лучшее совмещение
4. Группа размеров с чертежа (Рис.2)
5. Сечение модели по плоскости А с обозначением размеров и параметров (Рис.2)
6. Сечение модели по плоскости В с обозначением размеров и параметров (Рис.3)
7. Карта отклонений модели с общим допуском ±0,01 с 10 точками, имеющим максимальное отклонение
8. Общий объем детали

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку на рабочем столе:

***Конкурсант\_№(НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Д\«Анализ отклонений модели №1.pdf»***

***Конкурсант\_№(НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Д\«Анализ отклонений модели №2.pdf»***

***Конкурсант\_№(НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Д\«Анализ отклонений модели №3.pdf»***

**Модуль Е. Производство функциональных изделий с применением аддитивных технологий (вариатив)**

**Время на выполнение модуля:** 1 час

**Задание:**

**Конкурсант** получает: 3D-модели, построенные в результате выполнения модуля Г.

Конкурсанту необходимо, приняв во внимание выявленную усадку полимера, построить на FDM-принтере функциональные детали.

Задания на печать должны учитывать необходимость минимизации риска преждевременного завершения печати в результате нештатных ситуаций.

На производство на 3D принтере конкурсанту дается 8 часов. В соревновательное время конкурсант имеет возможность контролировать процесс построения и вносить в него изменения (менять параметры, перезапускать печать).

**Внесение изменений в модели не допускается.**

**Не позже 10.00 для Д3** конкурсант должен сдать на проверку готовые функциональные детали.

Результаты своей работы конкурсант должен сохранить в папку на рабочем столе:

***Конкурсант\_№ (НОМЕР КОНКУРСАНТА) \Модуль Е***

# 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ

Допуск к выполнению конкурсных заданий и работе на площадке чемпионата:

Конкурсанты допускаются к выполнению конкурсного задания после обязательного инструктажа на конкурсной площадке с подписью в протоколе инструктажа.

Уровень квалификации эксперты подтверждают, предъявив копии диплома, сертификатов и т.п.

Подключение к сети интернет:

Начиная с подготовительного дня для ПК, с САПР которым не требуется подтверждение лицензии (связь с сервером), необходимо отключать от сети интернет;

Штрафные санкции:

За нарушение требований сохранения результата выполненной работы предусмотрены:

* + при нахождении в папке с результатами нескольких одноименных файлов при проверке будет оцениваться последний сохраненный файл;
  + эксперты не оценивает результаты модуля, если конкурсант проигнорировал указания к размещению файлов;
  + эксперты не оценивает ту часть работы конкурсанта, которую не смогли идентифицировать, например, файлы названы не в соответствии с требованиями заданию или символами, не дающими возможность определить внутреннее содержание;

За нарушение требований охраны труда, техники безопасности и окружающей среды предусмотрены:

* + первое нарушение, не повлекшее травмы или порчу оборудования – предупреждение, оформляется протоколом;

- в случае нарушения, повлекшего травму или, порчу оборудования конкурсант прекращает выполнение модуля на моменте допущенного нарушения. Баллы конкурсанту за этот модуль будут засчитаны за выполненную работу до момента выявления нарушения. Остальные модули выполняются и оцениваются в обычном порядке.

* Если эксперт допустил оскорбление конкурсантов или экспертов во время проведения чемпионата, игнорировал указания экспертов, ответственных за время работы, игнорировал указания главного эксперта или заместителя главного эксперта, то на эксперта-нарушителя налагаются следующие штрафные санкции:
  1. за первое нарушение – предупреждение, оформляется протоколом;
  2. за второе нарушение – удаление с площадки чемпионата с последующим отстранением от участия в мероприятиях компетенции, подводимых ИРПО, в течении года с момента второго нарушения.

## 2.1. Личный инструмент конкурсанта

Допустимо использование следующего собственного оборудования, инструментов и средств:

1. 3D сканер (равнозначный по характеристикам, представленному на площадке).

2. Любое программное обеспечение для реверсивного инжиниринга, любые CAD программы, любые программы для инспекции.

3. Таблицы и справочники в т.ч. в электронном виде.

4. СИЗ (включая полнолицевые маски).

5. Измерительные инструменты (любые).

6. Вспомогательные средства и приспособления для 3D сканирования (любые).

## 2.2.Материалы, оборудование, инструменты, технологии и действия, запрещенные на площадке

1. Недопустимо использование любых носителей информации и средств ее передачи (в т.ч. аудио наушников).

2. Недопустима любая пересылка рабочих файлов (моделей, сканов, отчетов).

# 3. Приложения

Приложение 1. Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания.

Приложение 2. Матрица конкурсного задания.

Приложение 3. Инструкция по охране труда.

Приложение 4. Модели для модуля В

Приложение 5. Модели для модуля Г

Приложение 6. Модели для модуля Д