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

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Реверсивный инжиниринг»

Региональный этап Чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы» в 2024г.

2024 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 2](#_Toc142037183)

[1.1. Общие сведения о требованиях компетенции 2](#_Toc142037184)

[1.2. Перечень профессиональных задач специалиста по компетенции «Реверсивный инжиниринг» 2](#_Toc142037185)

[1.3. Требования к схеме оценки 8](#_Toc142037186)

[1.4. Спецификация оценки компетенции 8](#_Toc142037187)

[1.5. Конкурсное задание 6](#_Toc142037188)

[1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания 6](#_Toc142037189)

[1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив) 7](#_Toc142037190)

[2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ 8](#_Toc142037191)

[2.1. Личный инструмент конкурсанта 8](#_Toc142037192)

[2.2.Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке 8](#_Toc142037193)

[3. ПРИЛОЖЕНИЯ 8](#_Toc142037194)

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»

*Перечень видов профессиональной деятельности, умений и знаний, и профессиональных трудовых функций специалиста (из ФГОС/ПС/ЕТКС.) и базируется на требованиях современного рынка труда к данному специалисту*

*Таблица №1*

**Перечень профессиональных задач специалиста**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Раздел** | **Важность в %** |
| 1 | Общие навыки организации и управления работой  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. | 10 |
|  | 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  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. | 15 |
| 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  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 оптической 3D оцифровке и пути его устранения. | 25 |
|  | 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  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. | 35 |
|  | 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  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.). | 15 |
|  | 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. |  |

***Проверить/соотнести с ФГОС, ПС, Отраслевыми стандартами***

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 КОМПЕТЕНЦИИ** |
| **Разделы ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ** |  | **A** | **Б** | **В** | **Г** | **Д** | **Е** |  |
| **1** | 1 | 3 | 1 |  |  | 3 | 8 |
| **2** | 8 |  |  | 1 | 5 | 3 | 19 |
| **3** |  | 17 |  | 6 |  |  | 23 |
| **4** |  | 8 | 24 | 4 | 2 |  | 38 |
| **5** |  |  |  | 8 |  | 6 | 14 |
| **Итого баллов за критерий/модуль** | | 9 | 28 | 25 | 19 | 7 | 12 | **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*** | Объективная оценка на основе сопоставления размеров параметрической модели участника с размерами эталонной модели |
| **Б** | ***3D сканирование объекта реверсивного инжиниринга*** | Субъективная (судейская) оценка определенных элементов 3D скана участника в сопоставлении с эталонным сканом |
| **В** | ***Восстановление геометрии объекта реверсивного инжиниринга с построением параметрической модели на основе неполных данных*** | Объективная оценка на основе сопоставления размеров параметрической модели участника с размерами эталонной модели |
| **Г** | ***Перепроектирование объекта реверсивного инжиниринга с учетом требований доступных технологий производства или проектирование на его основе производственной оснастки*** | Объективная оценка на основе сопоставления размеров параметрической модели участника с размерами эталонной модели  Субъективная (судейская) оценка определенных элементов оснастки участника |
| **Д** | ***Анализ отклонений модели, полученной в результате 3D сканирования от параметрической модели, полученной в результате реверсивного инжиниринга*** | Объективная оценка на основе сопоставления отчета участника с эталонным отчетом |
| **Е** | ***Производство функциональных образцов объекта реверсивного инжиниринга или производственной оснастки на аддитивных установках*** | Объективная оценка функциональности оснастки.  Субъективная (судейская) оценка определенных элементов оснастки участника |
| **Критерий** | | **Методика проверки навыков в критерии** |
| **А** | **Название критерия/модуля** |  |
| **Б** | **Название критерия/модуля** |  |
| **В** | **Название критерия/модуля** |  |
| **Г** | **Название критерия/модуля** |  |
| **Д** | **Название критерия/модуля** |  |

1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Общая продолжительность Конкурсного задания[[1]](#footnote-1): 12 ч.

Количество конкурсных дней: 3 дня

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

Оценка знаний участника 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 – 1 модуль (Е). Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

Обязательная к выполнению часть (инвариант) выполняется всеми регионами без исключения на всех уровнях чемпионатов.

Количество модулей из вариативной части, выбирается регионом самостоятельно в зависимости от материальных возможностей площадки соревнований и потребностей работодателей региона в соответствующих специалистах. В случае если ни один из модулей вариативной части не подходит под запрос работодателя конкретного региона, то вариативный (е) модуль (и) формируется регионом самостоятельно под запрос работодателя. При этом, время на выполнение модуля (ей) и количество баллов в критериях оценки по аспектам не меняются (Приложение 3. Матрица конкурсного задания).

1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив)

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

*Время на выполнение модуля не более 1го часа.*

Конкурсанту предоставляются: физическая деталь, kист писчей бумаги А4, карандаш. Инструмент для обмера конкурсант берет из тулбокса (штангенциркуль, линейка, шагомер, радиусомер).

**Задание:**

- Произвести обмер детали ручным измерительным инструментом;

- По результатам ручного обмера необходимо построить редактируемую твердотельную 3D-модель. Округление размеров до 0,1 мм.

При проектировании необходимо исправлять явные функциональные ошибки имеющейся физической детали.

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

**Участник\_№ (НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль А.**

**Деталь сохранить как:**

**- проект CAD с деревом построения;**

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

**Модуль Б.**

**Б - *3D сканирование малогабаритного объекта реверсивного инжиниринга***

Конкурсанту предоставляются: три объекта для бесконтактной оцифровки , стационарный оптический 3D-сканер, необходимые расходные материалы.

**Задание:** максимально подробно оцифровать объект (не нарушая его целостности, по возможности избегая любых пропусков и потерь данных), полученную модель необходимо выровнять. В выровненной модели необходимой полигонизации, не должно содержаться 3D мусора и иных артефактов, а также упростить файл до 10 Мб (допустимое отклонение в 500 Кб)

**Запрещается любое заполнение пропусков данных.**

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

**Участник\_№ (НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль Б1**

**Детали сохранить как:**

**- «Модель Б1.stl»**

**- «Модель Б2.stl»**

**- «Модель Б2.stl»**

**Детали упрощенные до 10мб как:**

**-«Модель Б1.10.stl»**

**-«Модель Б1.10.stl»**

**-«Модель Б1.10.stl»**

На выполнение задание отводится не более 2х часов.

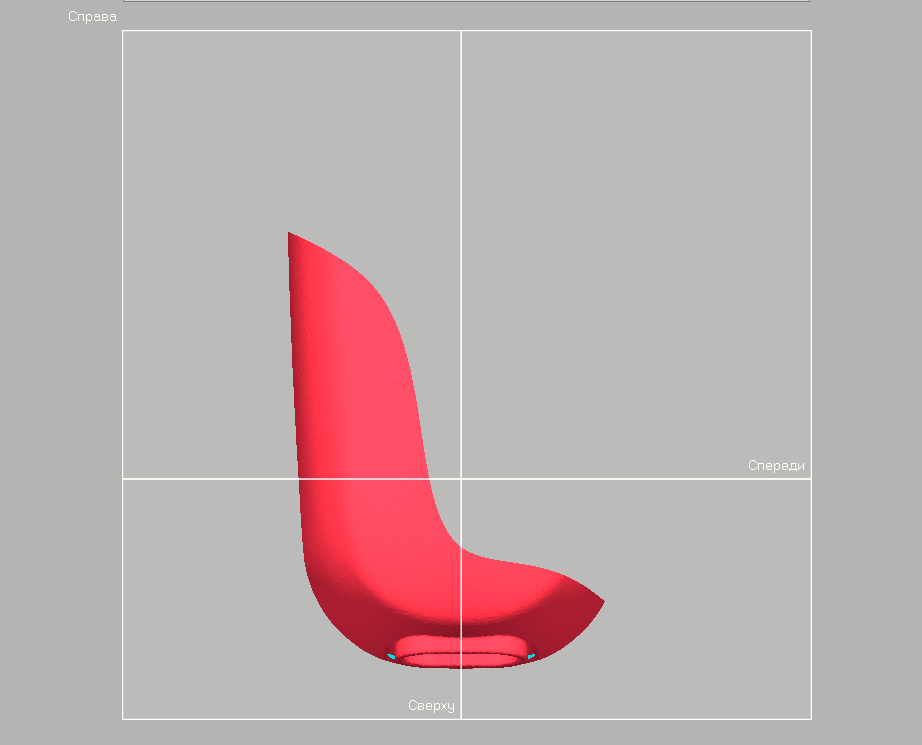
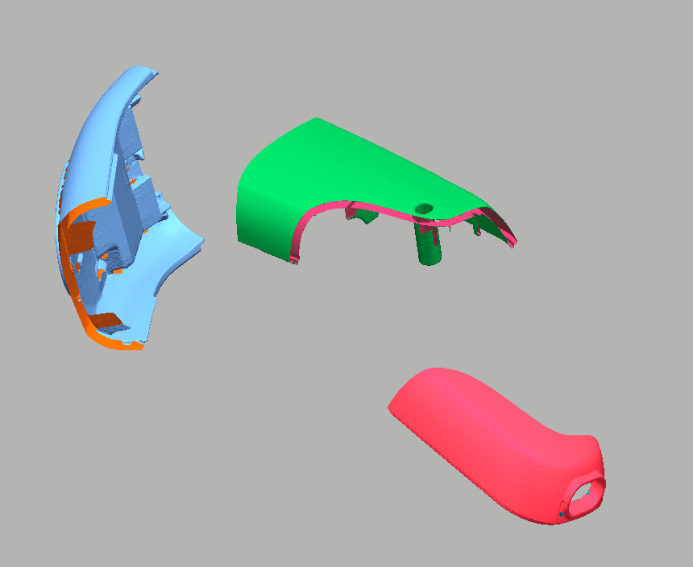
Полученные модели должны быть пригодны для целей реверсивного инжиниринга, т.е. содержать всю необходимую информацию о геометрии исходных объектов; обеспечивать детализацию, достаточную для восстановления всех поверхностей; воспроизводить характер поверхностей в соответствии с исходным; исключать 3D мусор и иные артефакты.

Скорость выполнения заданий не учитывается.

**Модуль В1. *Первичный этап восстановления геометрии объекта реверсивного инжиниринга на основе неполных данных***

*Время на выполнение модуля не более 1,45 минут*

Конкурсанту предоставляются части (осколки) детали двигателя (Рис.3) в виде полигональных моделей в формате «STL».



**Задание:**

Необходимо соединить обломки таким образом, чтобы получить единую полигональную модель, пригодную для целей реверсивного инжиниринга.

Обломок «***7 fixed.stl***» считать базой для присоединения всех остальных частей «*1.stl»,* «*2.stl»,* «*3.stl»,* «*4.stl»,* «*5.stl»,* «*6.stl»,* «*8.stl».* **Его координаты изменять не нужно.**

Произвести реверсивный инжиниринг

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

**Участник\_№(НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль В1\**

**Деталь сохранить как:**

**- проект CAD с деревом построения;**

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

**-\*.stl (выровненное облако точек).**

**МОДУЛЬ «В2» *«Обратное проектирование детали результатом 3D сканирования (полигональной модели)»***

*Время на выполнение модуля не более 2 часов.*

Конкурсанту предоставляется три отсканированные модели.

Необходимы выполнить реверсивный инжиниринг геометрической формы деталей устройства для того, чтобы получить параметрические редактируемые твердотельные модели, с учетом усадки в 1%.

**Участник\_№(НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль В1\ Модуль В2**

**Детали сохранить как:**

**- проект CAD с деревом построения;**

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

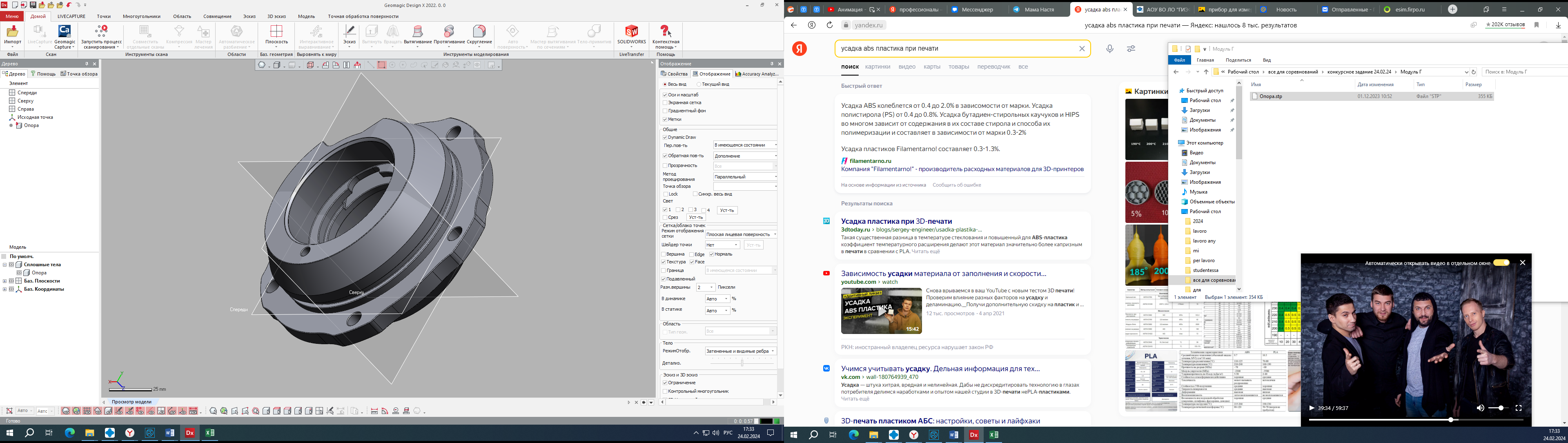
**-\*.stl (выровненное облако точек).**

**Модуль Г. *Перепроектирование изделия и его построение по технологии DLP (модуль вариативен в части 3D печати DLP)***

*Время на выполнение модуля не более 1 час*

**Описание задачи**

Необходимо спроектировать оснастку для изделия (рис 1) с целью наибольшего доступа к КИМ к поверхностям изделия (не считая одинаковых отверстий расположенных по окружности)



**Рис. 1**

Результаты своей работы участник должен сохранить в CAD формате с деревом построения, в папку на рабочем столе :

**Участник\_№ (НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль Г\**

**Модуль Д. *Анализ отклонений модели, полученной в результате 3D сканирования от параметрической модели, полученной в результате реверсивного инжиниринга***

*Время на выполнение модуля не более 1го часа*

**Конкурсанту предоставляется:**

* Полигональная модель изделия, полученнаяя в результате 3D-сканирования («***STL****.stl»*).
* Параметрическая модель того же изделия («***STEP****./stp»*).
* Форма необходимого отчета.

**Конкурсанту необходимо:**

1. Сопоставить модели («***STL****.stl» и* «stp./***STEP****.»*).
2. Проинспектировать отклонения.
3. Подготовить отчет
4. Выполнить чертеж

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

**Участник\_№(НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль Д\«Анализ отклонений модели»**

**А также сохранить на собственную флешку не позднее времени окончания модуля и сдать ее главному эксперту по завершению модуля.**

**Задание:**

Конкурсанту предоставляется полигональная модель изделия, полученнаяя в результате 3D сканирования и параметрическая модель того же изделия, чертеж модели с указанием контролируемых размеров и параметров и форма необходимого отчета.

**Модуль Е. *Производство литейной мастер-модели***

*На выполнение задания конкурсанту дается не более 1,5го часа (*

**Содержание конкурсного задания**

Конкурсанту предоставляется три модели, одна из которых STL формата (матрицы) и одна STEP (шахматная фигура). Главные задачи, поставленные перед соревнующимся это:

Для STL модели:

-Из модели создать Параметрическую редактируемую компьютерную модель для печати на фотополимерных принтерах (учитывая усадку фотополимерного принтера)

- Уменьшить расход материала по возможности

Для STEP моделей:

- Смоделировать матрицы и метаформы для литья с учетом усадки 5%

- Допустимое отклонение не более 0,1 мм

**За конкурсное время (1 час) участники должны сохранить «проект» слайсинга 5 шахматных фигур, отвечающий с их точки зрения всем четырем требованиям, описанным выше. По этим файлам будет проходить часть оценки модуля.** В соревновательное время конкурсант имеет возможность контролировать процесс построения и вносить в него изменения (менять параметры, перезапускать печать, ставить на печать очередные детали), однако не может вносить конструктивные изменения посредством CAD-программ.

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

**Участник\_№ (НОМЕР УЧАСТНИКА) \Модуль Е**

**А также сохранить на собственную флешку не позднее времени окончания модули и сдать ее главному эксперту по завершению модуля.**

1. *Указывается суммарное время на выполнение всех модулей КЗ одним конкурсантом.* [↑](#footnote-ref-1)