



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**Методические рекомендации для подготовки к практическому этапу  
Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный  
мегаполис. Потенциал  
(предпрофессиональный экзамен)»  
в номинации «ИТ класс»  
по направлению «Создание цифровых двойников»**

Москва

2024г.

## Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Содержание и структура варианта практического этапа.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Методические рекомендации по решению заданий демоварианта кейса №1 практического этапа Конкурса .....</b>	<b>6</b>
<b>Критерии оценивания кейса №1 .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Методические рекомендации по решению заданий демоварианта кейса №2 практического этапа Конкурса .....</b>	<b>9</b>
<b>Критерии оценивания Кейса №2 .....</b>	<b>13</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>15</b>

## **Введение**

Данные методические рекомендации предназначены для подготовки школьников инженерных классов к участию в практическом этапе Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал (предпрофессиональный экзамен)» (далее – Конкурс) по ИТ-направлению.

Практический этап Конкурса проводится в очной форме на базе вуза. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. На выполнение заданий практического этапа Конкурса отводится 60 минут.

Задания практического этапа Конкурса разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе». Материалы практического этапа предназначены для оценки уровня практической подготовки участников Конкурса.

## Содержание и структура варианта практического этапа

Индивидуальный вариант участника включает два зависимых кейса, содержание которых соответствует программе элективного курса «Программная разработка цифровых двойников».

Индивидуальный вариант участника включает 2 кейса, базирующихся на содержании элективного курса «Программная разработка цифровых двойников», в частности кейс 1 на материалах 10 и 11 класса, а кейс 2 на основе 11 класса.

План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса представлен в таблице 1.

Таблица 1 План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса

№ задания	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1.	базовый	<i>Программная разработка цифровых двойников 10,11 класс (2.1.1-2.1.5; 2.1.8-2.1.10)</i>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы стандартов ЕСКД в программе КОМПАС-3D.</li> <li>2. Различные типы линий чертежа в программе КОМПАС-3D.</li> <li>3. Способы построения плоского контура в программе КОМПАС-3D.</li> </ol> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обозначить размеры на чертеже в программе КОМПАС-3D.</li> <li>2. Использовать инструменты расстановки надписей в программе КОМПАС-3D.</li> </ol> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построением видов объекта по изометрической проекции в программе КОМПАС-3D.</li> </ol>	25

Таблица 1 (продолжение) План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса

2	повышенный	<p align="center"><i>Программная разработка цифровых двойников 11 класс</i></p> <p align="center"><i>(2.2.1-2.2.3; 2.2.6-2.2.11)</i></p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы трехмерного моделирования в программе КОМПАС-3D.</li> <li>2. Правила построения моделей в программе КОМПАС-3D.</li> <li>3. Интерфейс режима «Деталь» в программе КОМПАС-3D.</li> </ol> <p><b>УМЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осуществлять компоновку чертежей в режиме 3D-модели в программе КОМПАС-3D</li> <li>2. Наносить размеры на эскиз в программе КОМПАС-3D.</li> </ol> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формообразующими операциями в программе КОМПАС-3D.</li> <li>2. Методами построения деталей в программе КОМПАС-3D.</li> </ol>	35
<b>Сумма баллов:</b>				<b>60</b>

Важной особенностью комплексных кейсов, основанных на программной разработке цифровых двойников с применением системы трёхмерного моделирования «Компас 3D», является возможность создания любых цифровых изделий, что позволяет разрабатывать модели, точно отражающие внешний вид и детали каждого объекта.

Концепция применения цифрового двойника является крайне востребованной во всем мире, поскольку предполагает широкое использование IT-технологий на производственных линиях, обеспечивая сбор информации о средствах производства и свойствах производимых изделий. Модель состоит из следующих параметров:

- 1) Физическое изделие в реальном пространстве;
- 2) Представление изделия в виртуальном пространстве;
- 3) Взаимосвязь описанных объектов.

Решение кейсов осуществляется на персональном компьютере с использованием системы трехмерного моделирования «Компас-3D». Задания состоят из разных уровней сложности. За первый кейс участник может получить 25 баллов, а за второй 35 баллов.

# 1. Методические рекомендации по решению заданий демоварианта кейса №1 практического этапа Конкурса

## Кейс №1: Построение эскиза модели.

На Рисунке 1 представлен эскиз модели поршня двигателя внутреннего сгорания. Необходимо, используя инструменты эскиза в режиме «Деталь», создать эскиз в программе «КОМПАС 3D». Допускается использование команды «Автораэмера». Все требуемые размеры представлены на Рисунке 2.

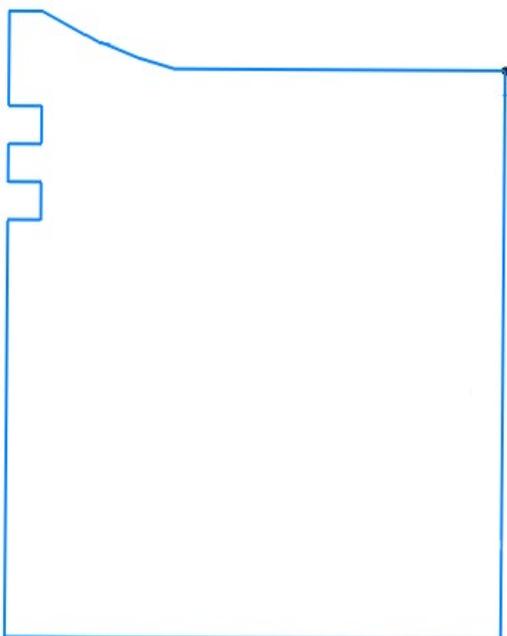


Рис. 1 Эскиз модели поршня двигателя внутреннего сгорания.

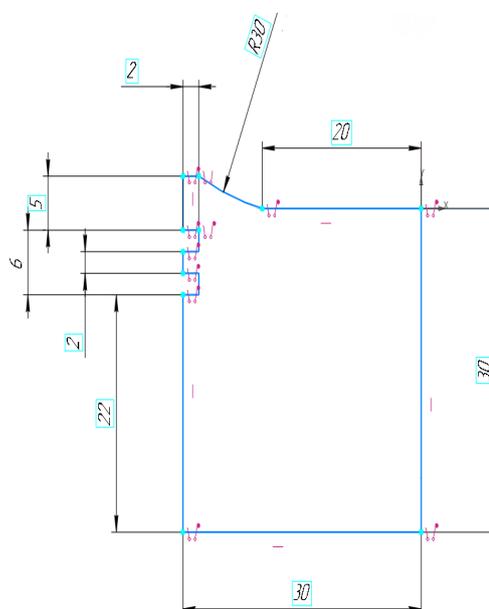
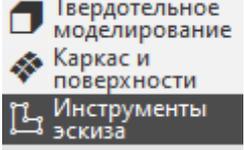
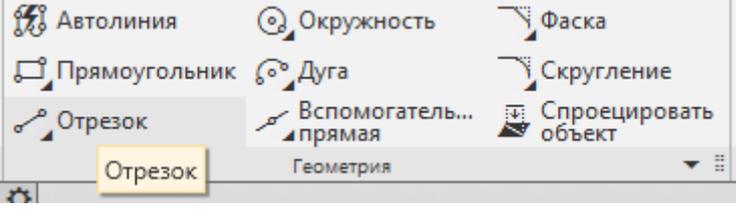
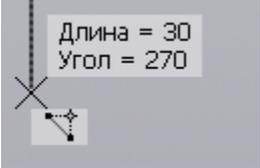
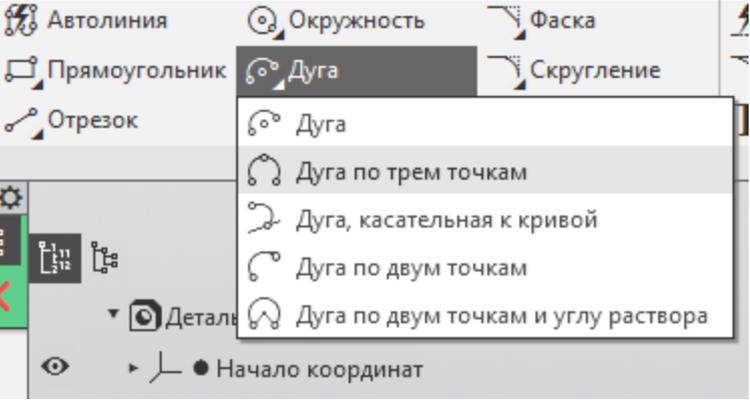


Рис. 2 Эскиз с размерами

### Решение:

Для решения кейса участнику необходимо обладать базовыми основами компетенций по созданию цифровых двойников в системе трёхмерного моделирования. Решение кейса представлено в Таблице 2.

Таблица 2 Ход решения кейса №1

Инструмент программы	Описание действий
	<p>Необходимо открыть программу «КОМПАС 3D» и выбрать инструмент «создать Деталь».</p>
	<p>В открывшемся окне требуется выбрать любую плоскость и задать команду «Инструменты Эскиза».</p>
	<p>Далее следует выбрать в разделе «Геометрия» опцию «Отрезок»</p>
	<p>Приступить к нанесению отрезков, используя прообраз, указанный рисунке 1 с точным составлением размеров (рис. 2)</p>
	<p>При нанесении отрезка на плоскость необходимо обращать внимание на размер, получаемого отрезка, опираясь на рисунок 2.</p>
	<p>Для соединения двух отрезков в верхней части эскиза необходимо использовать инструмент «Дуга» с последующим нанесением точного радиального размера.</p>
	<p>Завершающим этапом является нанесения размеров на полученный эскиз. Для этого необходимо использовать вкладку «Размеры» с инструментами: «Автора размер», «Линейный размер» и «Радиальный размер».</p>

## Критерии оценивания кейса №1

Таблица 3 Критерии оценивания кейса 1.

Критерии оценки и уровень сложности задания	Выполнено без ошибок	Выполнено с незначительными ошибками	Допущены значительные ошибки	Не выполнено
1. Создание эскиза: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Построение с плоского контура</li> <li>• Типы линий чертежа</li> <li>• Использование геометрических построений</li> <li>• Формирование тела на основе эскиза</li> </ul>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>0</b>
2.Использование основных стандартов обозначения размеров: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обозначение необходимых размеров</li> <li>• Применение инструментов масштаба</li> <li>• Обозначение надписей</li> <li>• Соблюдение стандартов ЕСКД</li> </ul>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>ИТОГО: 25 баллов (max)</b>				

Представленный кейс состоит из двух этапов: создание эскиза и использование основных стандартов и размеров.

Первым этапом является «построение с плоского контура», где участник должен продемонстрировать базовые навыки работы в программе, используя необходимый режим системы трехмерного моделирования и выбор плоскостей.

Во втором этапе участник должен правильно использовать типы необходимых линий чертежа для создания эскиза.

Последующий этап строится на использовании геометрических построений и формирования тела модели на основе эскиза, где участник должен сопоставить полученный эскиз с графическим представлением, указанным в задании на рисунке 1.

В дальнейшем участнику предстоит работа с нанесением размера чертежа, где ему необходимо правильно установить все размеры на всех отрезках и дугах эскиза. Для этого требуется, как их обозначение, так и правильное применение инструментов, расстановка надписей и следование стандартам ЕСКД.

Максимальный балл, который может набрать участник за решение кейса составляет 25 баллов. Более подробная градация баллов указана в таблице 3.

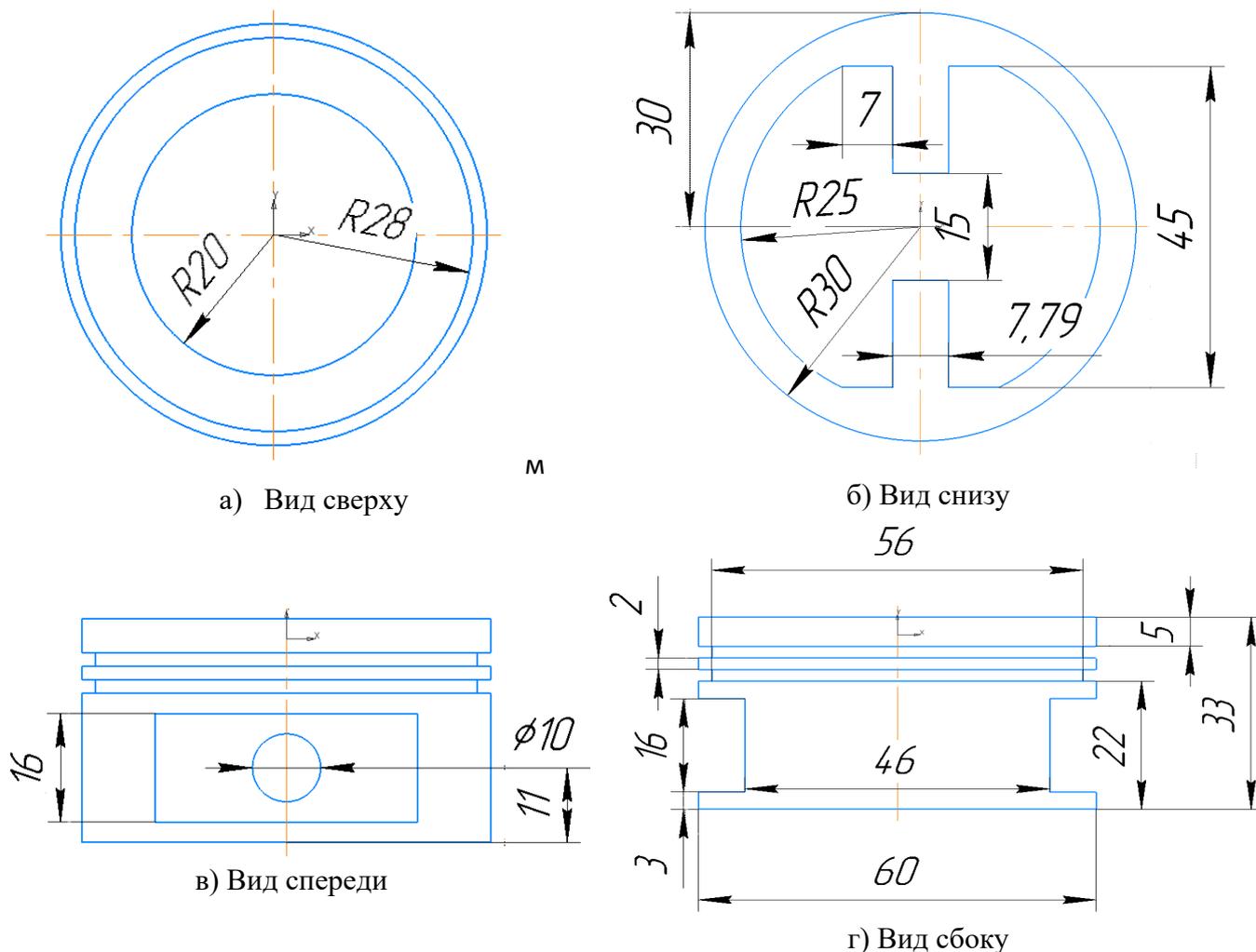
## 2. Методические рекомендации по решению заданий демоварианта кейса №2 практического этапа Конкурса

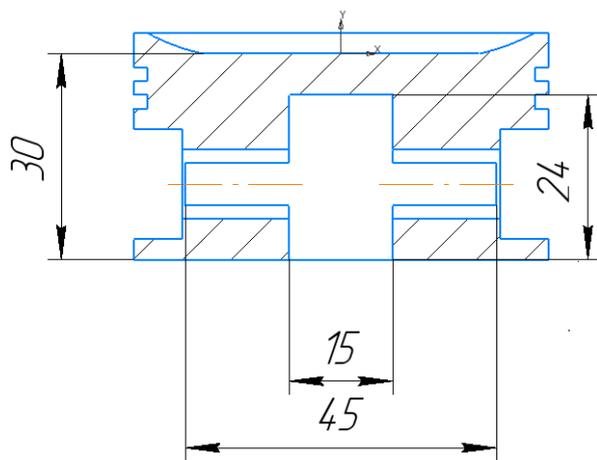
### Кейс №2: Создание 3D модели

Используя эскиз, полученный в Кейсе 1, необходимо создать полноценную 3D модель, применяя формообразующие операции «Выдавливания» и «Вращения».

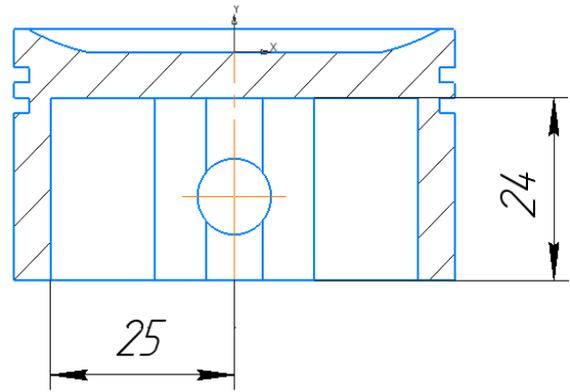
На Рисунке 3 представлено двумерное изображение детали с размерами в разрезах и обозначением проекций.

*Дополнительная информация:*





д) Вертикальный разрез сбоку



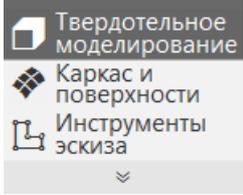
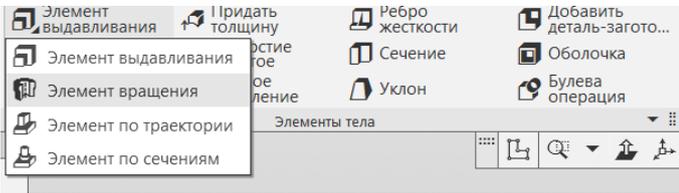
е) Вертикальный разрез спереди

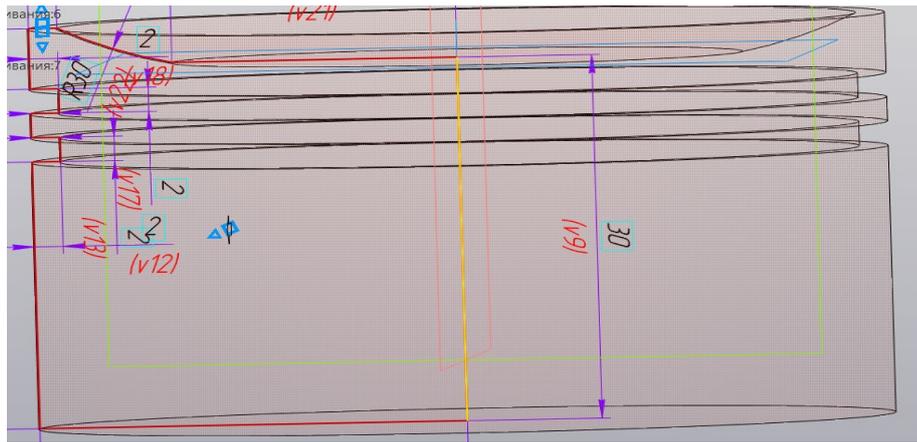
Рисунок 3 (а, б, в, г, д, е) Двумерное изображение детали с разрезами и обозначением проекций

**Решение:**

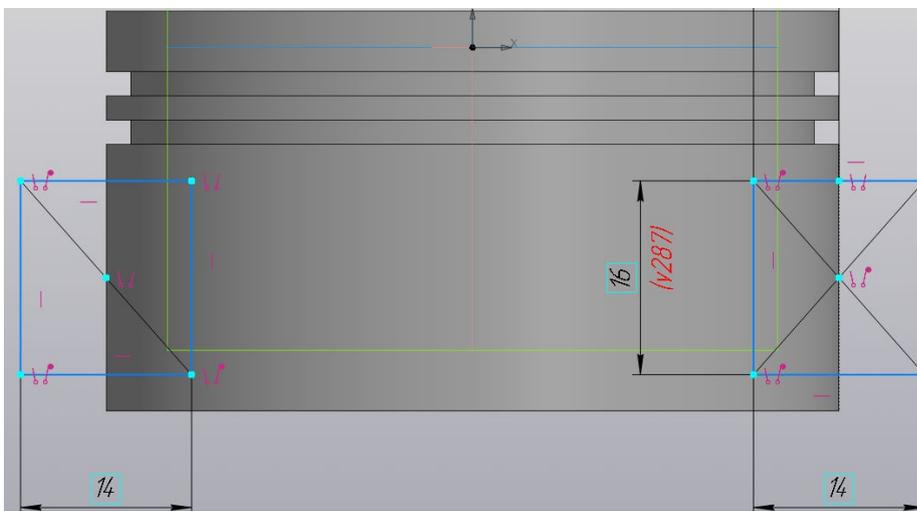
Для решения кейса №2 участнику необходимо продемонстрировать высокую степень компетенций, основанную на знаниях и представлении системы трехмерного моделирования. Для создания 3D модели требуется использовать эскиз, полученный в предыдущем задании. Решение кейса представлено в таблице 4.

Таблица 4 Решение кейса №2

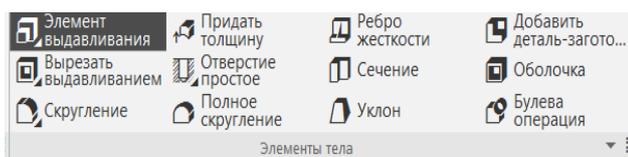
Инструмент программы	Описание действий
	<p>Для создания 3D модели необходимо перейти в инструменты «Твердотельное моделирование».</p>
	<p>Далее необходимо открыть вкладку «Элементы тела» и выбрать в разделе «Элемент выдавливания» опцию «Элемент вращения».</p>



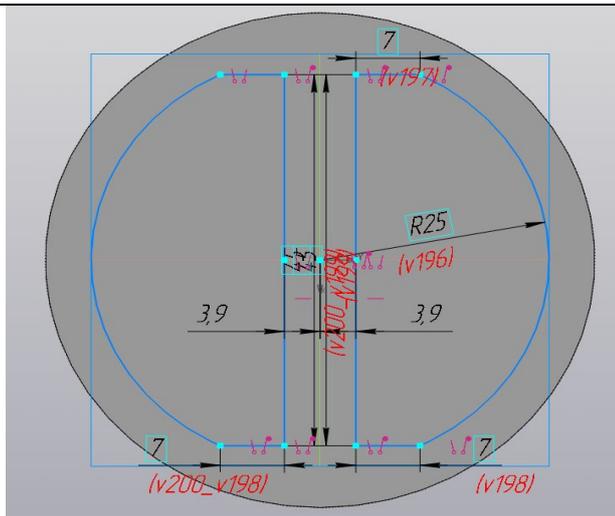
Следует выбрать отрезок детали, где будет произведено вращение. Требуется указать правый отрезок размером 30 и навести на него курсор, где будет показан знак «S» и нажать левую кнопку мыши. Программа покажет представление детали, указанное слева. В завершении, в системном меню требуется нажать зеленую галочку.



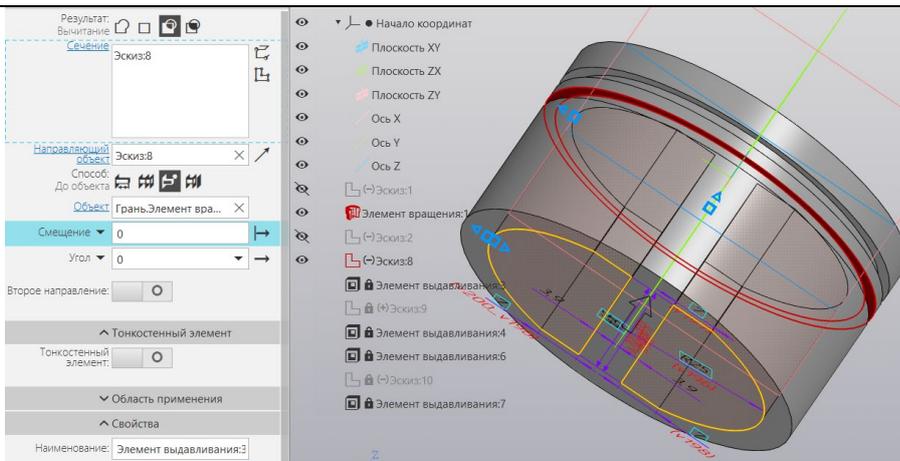
Следующим этапом требуется создать два симметричных прямоугольника на боковой проекции. Для этого следует выбрать нужную проекцию и перейти во вкладку «инструменты эскиза», выбрав раздел «Геометрия» и использовать инструмент «прямоугольник». Для более точного проставления размеров необходимо обратиться к рисунку 3 (г).



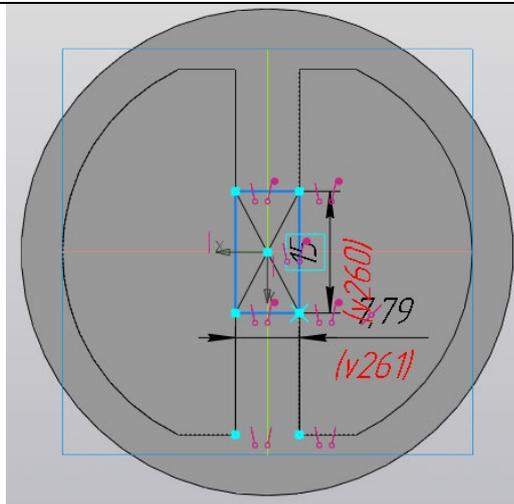
Используя данные рисунка 3(г), требуется создать отверстия. Для этого необходимо выбрать в «Элементах тела» инструмент «Элемент выдавливания» через все.



Используя данные рисунка 3(б), необходимо создать два симметричных рисунка на нижней проекции поршня в режиме «Инструменты эскиза».



Далее необходимо выбрать «Элемент выдавливания» для полученных отрезков. Для этого требуется применить опцию «до объекта», выбрав нижнюю грань поршня, как указано на рисунке 3 (е).



Далее участнику необходимо создать прямоугольник, соединяющий два полученных эскиза на предыдущем этапе с последующим выдавливанием (рисунок 3(д)).

	<p>Используя переднюю проекцию поршня, необходимо нарисовать эскиз с применением «Окружность», как указано на рисунке 3(в). И выдать «через все». 3D модель готова.</p>
--	---

## Критерии оценивания Кейса №2

Таблица 5 Критерии оценивания кейса №2

Критерии оценки и уровень сложности задания	Выполнено без ошибок	Выполнено с незначительными ошибками	Допущены значительные ошибки	Не выполнено
1.Начало построения 3D модели: <ul style="list-style-type: none"> <li>Использование операций выдавливания</li> <li>Применение формообразующей операции "Вращение"</li> </ul>	7	5	3	0
2.Применение необходимых операций по созданию 3D модели: <ul style="list-style-type: none"> <li>Использование интерфейса режима «Деталь»</li> <li>Работа с размерами при моделировании</li> </ul>	9	6	4	0
3.Использование инструментов трехмерного моделирования: <ul style="list-style-type: none"> <li>Методы нанесения размеров на чертеже плоских деталей</li> <li>Использование операций выдавливания</li> </ul>	10	7	3	0

4.Использование инструментов оформления чертежа деталей: • Применение формообразующих операций • Обозначение необходимых размеров	9	6	4	0
<b>ИТОГО: 35 баллов (max)</b>				

### **Возможные ошибки при решении кейса**

При решении кейсов практического этапа Конкурса обучающиеся могут допускать следующие характерные ошибки:

1. Невнимательно прочтено или неправильно понято условие кейса, не учтены все ограничения, указанные в рисунках
2. Допущены ошибки при составлении эскиза, как следствие происходит отклонение от необходимых требований, оказывающие определяющее влияние на ход решения и, соответственно, на полученную модель.
3. Некорректно или ошибочно расставлены и учтены размеры, в результате чего происходит искажение, получаемой модели.
4. Отсутствуют необходимые обозначения, что влияет на неправильное восприятие, получаемой модели.
5. Неправильно применены формообразующие операции.

Для успешного решения представленных кейсов участнику необходимо внимательно изучить задание, обратив внимание на рисунки и размеры на них. Необходимо проанализировать возможности и инструменты системы трехмерного моделирования «Компас 3D» для корректного решения всех поставленных задач.

## Список литературы

1. В.В. Зуев, А.С. Краско, А.Г. Схиртладзе. Трехмерное моделирование: Учебное пособие. - М.: МГТУ ИТРЭА, 2019. – 169 с., ил.
2. Горячкина А.Ю. Геометрические построения плоских фигур : учеб. пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 48, [3] с. : ил.
3. Горячкина А. Ю., Дугин Д.А., Корягина О.М., Суркова Н. Г. Лабораторный практикум по дисциплине «Инженерная графика». Часть 1: методические указания. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 170 с.: ил.
4. Горячкина А. Ю., Дугин Д.А., Корягина О.М., Суркова Н. Г. Лабораторный практикум по дисциплине «Инженерная графика». Часть 2: методические указания. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 144 с.: ил.
5. Конакова, И. П. Компьютерная графика. КОМПАС и AutoCAD: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2015. – 148 с.
6. Кудрявцев, Е. М. КОМПАС-3D. Проектирование в машиностроении / - Москва : ДМК Пресс, 2009. - 440 с.
7. Никитин, В. В. Расчет и проектирование червячного редуктора в системе «КОМПАС-3D» : учебное пособие для студентов инженерно – технологического института / В. В. Никитин, Н. В. Синяя. — Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2022. — 122 с.
8. <https://im.mcko.ru/mo.php>