



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



ИТ-класс

В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ

НАПРАВЛЕНИЕ
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ
ДВОЙНИКОВ

ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП

МОСКВА
2025





ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ РАЗРАБОТАНЫ:

Сафоновым Сергеем Владимировичем, старший
преподаватель МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКВА
2025

Содержание

Введение	4
Содержание и структура варианта практического этапа.....	5
1. Методические рекомендации по решению демоварианта задания №1 практического этапа Конкурса	8
Критерии оценивания задания №1	10
2. Методические рекомендации по решению демоварианта задания №2 практического этапа Конкурса	11
Критерии оценивания задания №2	15
3. Методические рекомендации по решению демоварианта задания №3 практического этапа Конкурса	16
Критерии оценивания задания №3	21
Список литературы	23

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 90 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 три зависимых задания, содержание которых соответствует программе элективного курса «Программная разработка цифровых двойников».

Индивидуальный вариант участника включает 3 задания, базирующихся на содержании элективного курса «Программная разработка цифровых двойников», в частности задание 1 на материалах 10 и 11 класса, а 2-е и 3-е 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	Создание цифровых двойников 10,11 класс (2.1.1-2.1.6; 2.2.1-2.2.2)	ЗНАТЬ: 1. Основы стандартов ЕСКД в программе КОМПАС-3D. 2. Различные форматы чертежей в программе КОМПАС-3D. 3. Способы построения плоского контура в программе КОМПАС-3D. УМЕТЬ: 1. Обозначить размеры на чертеже в программе КОМПАС-3D. 2. Использовать инструменты расстановки надписей в программе КОМПАС-3D. ВЛАДЕТЬ: 1. Инструментами программы КОМПАС-3D.	20

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

2	повышенный	<p><i>Создание цифровых двойников 10,11 класс (2.2.1-2.2.5; 2.2.7-2.2.10)</i></p>	<p>ЗНАТЬ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы трехмерного моделирования в программе КОМПАС-3D. 2. Чертежи плоских деталей и нанесение размеров 3. Интерфейс режима «Деталь» в программе КОМПАС-3D. <p>УМЕТЬ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Осуществлять компоновку чертежей в режиме 3D-модели в программе КОМПАС-3D 2. Наносить размеры на эскиз в программе КОМПАС-3D. 3. Управлять изображением и графическими примитивами. <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формообразующими операциями в программе КОМПАС-3D. 2. Методами построения деталей в программе КОМПАС-3D 	25
---	------------	---	--	----

Важной особенностью комплексных заданий, 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.

В рамках выполнений заданий, обучающийся учится применять пространственное изображение на практике с дальнейшей систематизацией технических параметров и особенностей создания 3D модели изделия.

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

3	повышенный	Создание цифровых двойников 10,11 класс (2.2.1-2.2.3; 2.2.7-2.2.10)	<p>ЗНАТЬ:</p> <p>1. Основы трехмерного моделирования в программе КОМПАС-3D.</p> <p>2. Правила построения моделей в программе КОМПАС-3D.</p> <p>3. Интерфейс режима «Деталь» в программе КОМПАС-3D.</p> <p>УМЕТЬ:</p> <p>1. Осуществлять компоновку чертежей в режиме 3D-модели в программе КОМПАС-3D</p> <p>2. Наносить размеры на эскиз в программе КОМПАС-3D.</p> <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <p>1. Формообразующими операциями в программе КОМПАС-3D.</p> <p>2. Методами построения деталей в программе КОМПАС-3D</p>	15
Сумма баллов:			60	

Концепция применения цифрового двойника является крайне востребованной во всем мире, поскольку предполагает широкое использование ИТ-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 заданий осуществляется на персональном компьютере с использованием системы трехмерного моделирования «Компас-3D». Задания состоят из разных уровней сложности. За первое - участник может получить 20 баллов, за второе - 25 баллов, третье – 15 баллов.

1. Методические рекомендации по решению демоварианта задания №1 практического этапа Конкурса

Кейс №1: Построение эскиза модели.

Постройте эскиз в программе «Компас 3D», представленный на рисунке 1. Для более точного отображения нанесите необходимые размеры и воспользуйтесь панелью «Ограничения» для единого отображения отрезков и дуг. После построения эскиза необходимо выдать эскиз на расстояние 35.

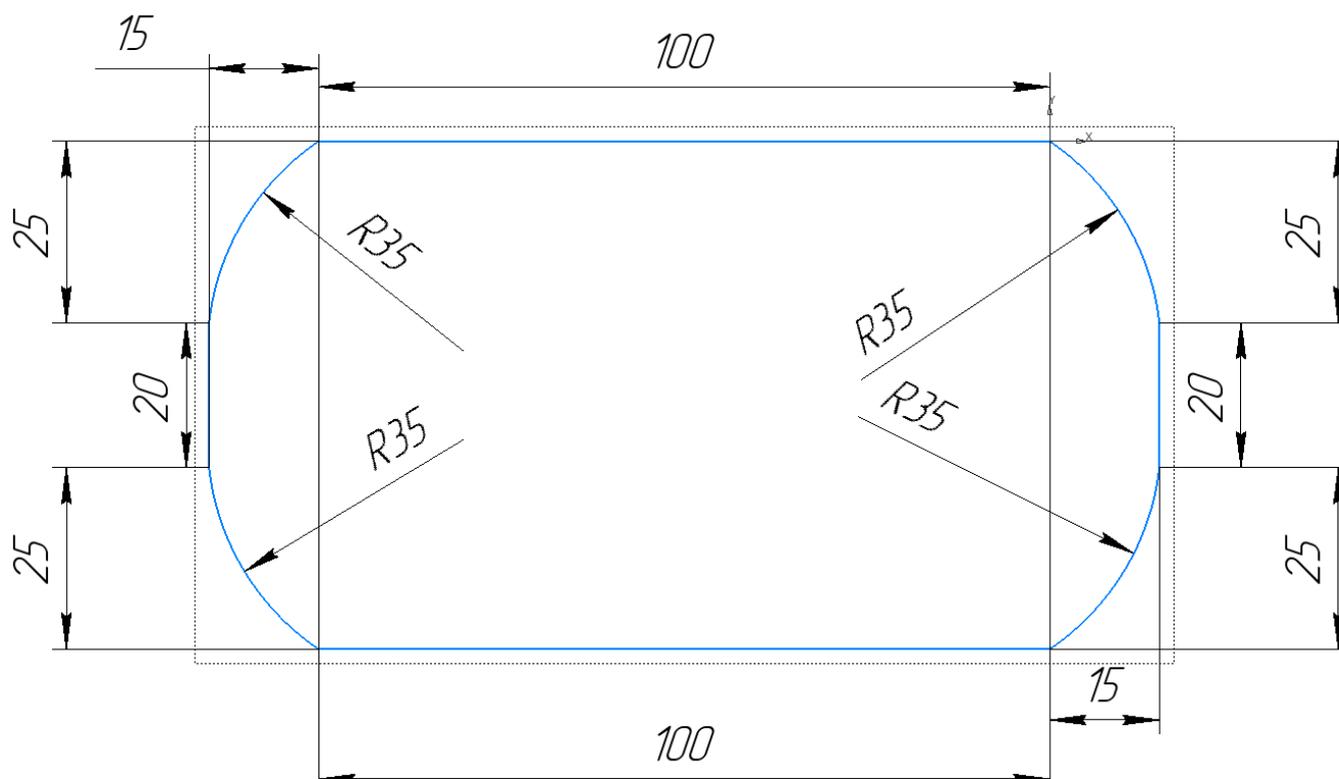
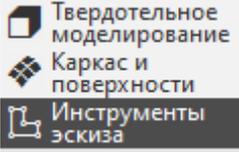
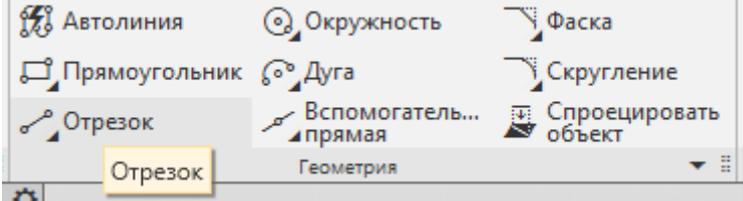
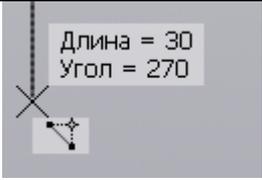
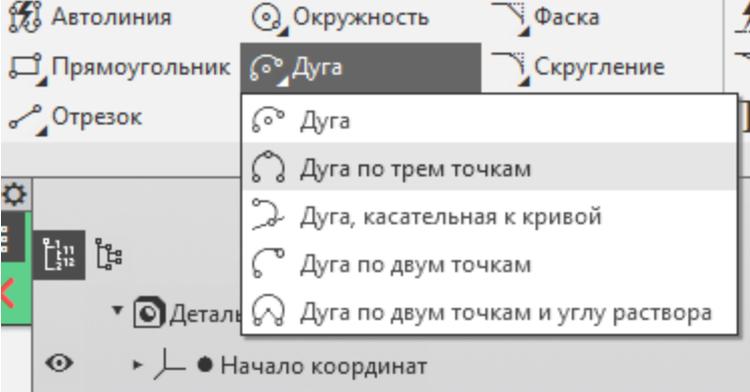
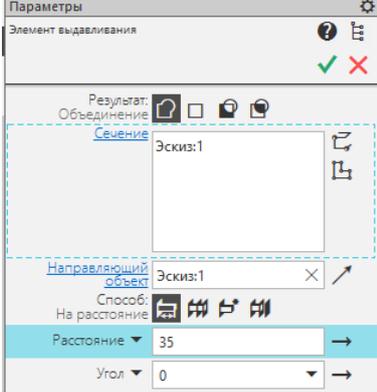


Рисунок 1. Отображения эскиза модели.

Решение:

Для решения задания 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.</p>
	<p>При нанесении отрезка на плоскость необходимо обращать внимание на размер получаемого отрезка, опираясь на рисунок 1.</p>
	<p>Для соединения двух отрезков в верхней части эскиза необходимо использовать инструмент «Дуга» с последующим нанесением точного радиального размера.</p>
	<p>Далее необходимо применить формообразующую операцию и выполнить «выдавливание» эскиза на расстояние 35.</p>

	Завершающим этапом является нанесения размеров на полученный эскиз. Для этого необходимо использовать вкладку «Размеры» с инструментами: «Авторазмер», «Линейный размер» и «Радиальный размер».
---	---

Критерии оценивания задания №1

Таблица 3 Критерии оценивания задания 1.

Критерий	Выполнено без ошибок	Выполнено с ошибками
1.Выбор необходимого параметра раздела «Геометрия» панели «Инструменты эскиза».	5 баллов	Минус 2 балла за отсутствие какого-либо элемента
2.Нанесены необходимые отрезки и дуги	5 баллов	Минус 1 балл за отсутствие какого-либо элемента
3.Проставление размеров эскиза	3 балла	Минус 1 балл за отсутствие каждого размера
4.Использование панели ограничения для проставления зависимости геометрических элементов	3 балла	Минус 1 балл за отсутствие параметра из раздела «ограничения»
5.Применение формообразующей операции «Выдавливание»	4 балла	Минус 4 балла за некорректный выбор типа формообразующей операции

Представленное задание 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 указать 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 20 баллов. Более подробная градация баллов указана в таблице 3.

2. Методические рекомендации по решению демоварианта задания №2 практического этапа Конкурса

Задание №2: Создание 3D модели

На эскизе, полученном на рисунке 1, необходимо нанести элементы, представленные на рисунке 2 (окружности). Для корректного выполнения задания и расположения

Далее требуется применить формообразующую операцию и нанести фаски, как показано на рисунке 3.

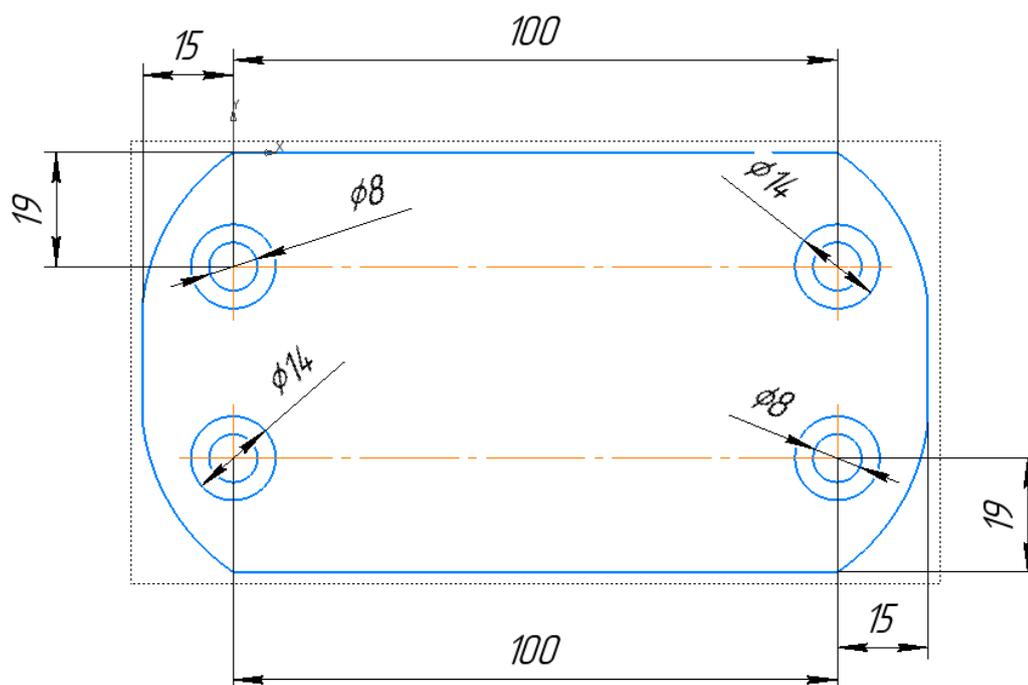
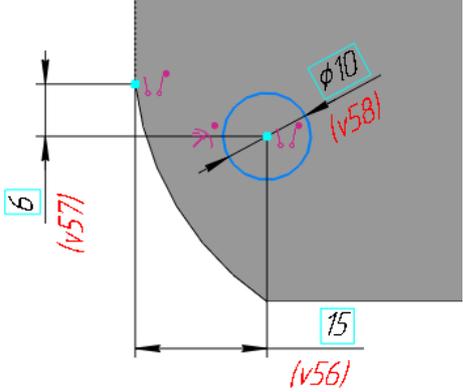
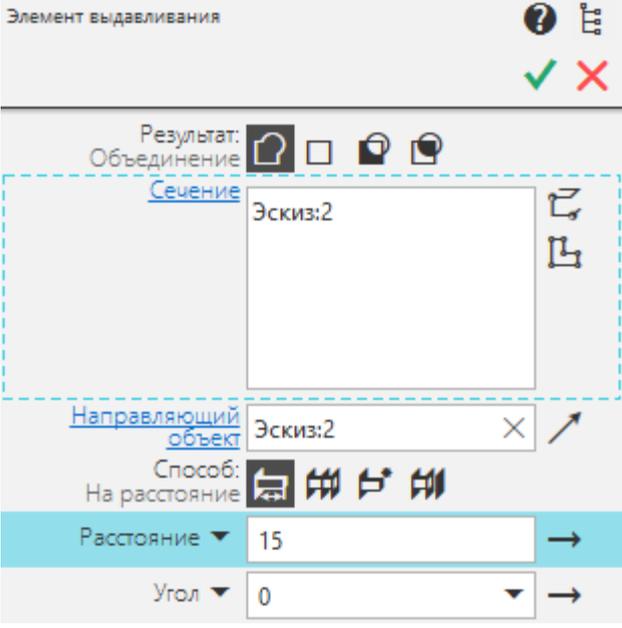
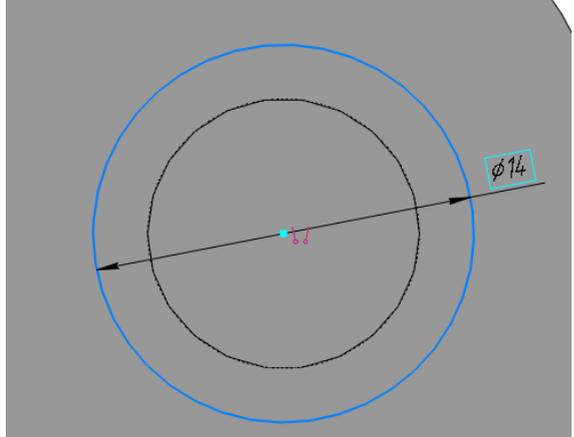
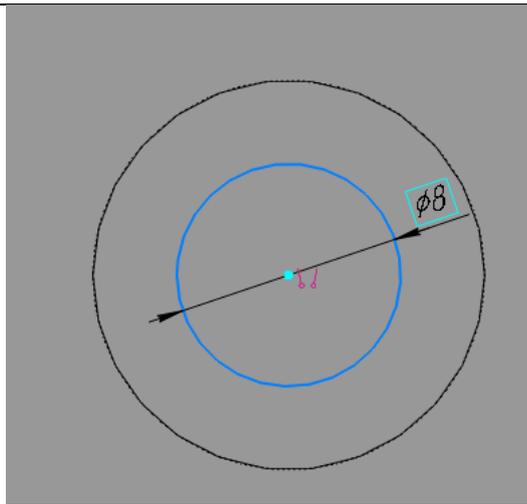


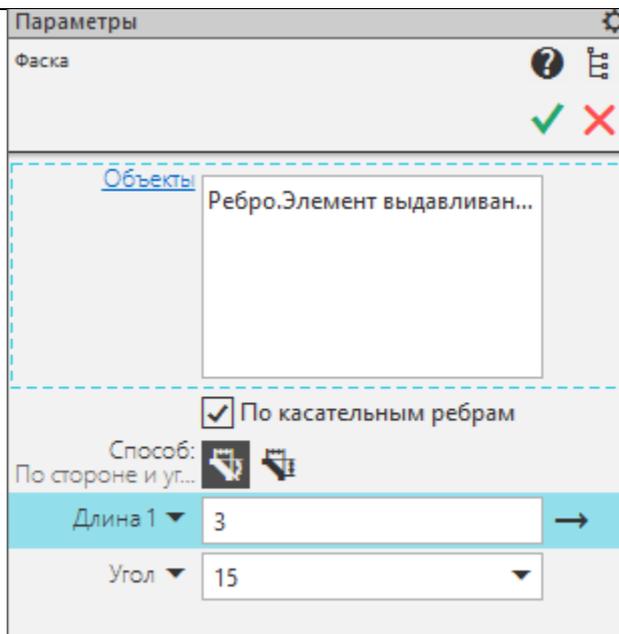
Рисунок 2. Отображение детали с окружностями

Таблица 4 Решение задания №2

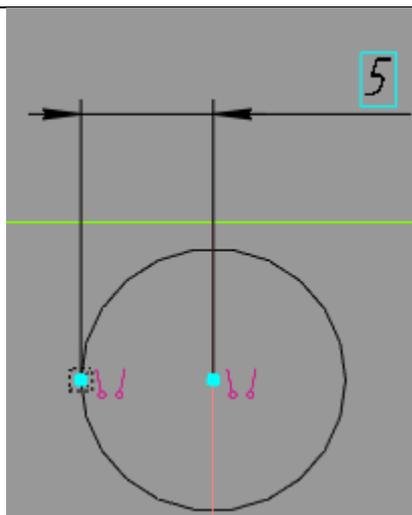
Инструмент программы	Описание действий
 <p>Technical drawing showing a quarter-circle with a radius of 10 mm. Dimensions are indicated: a vertical distance of 6 mm (labeled v571) and a horizontal distance of 15 mm (labeled v561). A circle with diameter $\phi 10$ (labeled v581) is centered at the corner of the quarter-circle.</p>	<p>Согласно заданию, необходимо нанести четыре окружности (радиусом 10) с точными размерами, как указано на рисунке 2.</p>
 <p>Screenshot of the 'Элемент выдавливания' (Push) tool dialog box. The 'Результат' (Result) is set to 'Объединение' (Union). The 'Направляющий объект' (Driving object) is 'Эскиз:2'. The 'Способ' (Method) is 'На расстоянии' (At distance). The 'Расстояние' (Distance) is set to 15 mm and the 'Угол' (Angle) is 0 degrees.</p>	<p>Далее требуется выдавить одну окружность на расстояние 18 мм, как указано на рисунке 3.</p>
 <p>Technical drawing showing a circle with diameter $\phi 14$ (labeled v14) on a gray background.</p>	<p>Участнику следует нанести окружность (радиусом 14) на одной из частей, полученных на предыдущем этапе и выдавить её на расстояние 3 мм.</p>



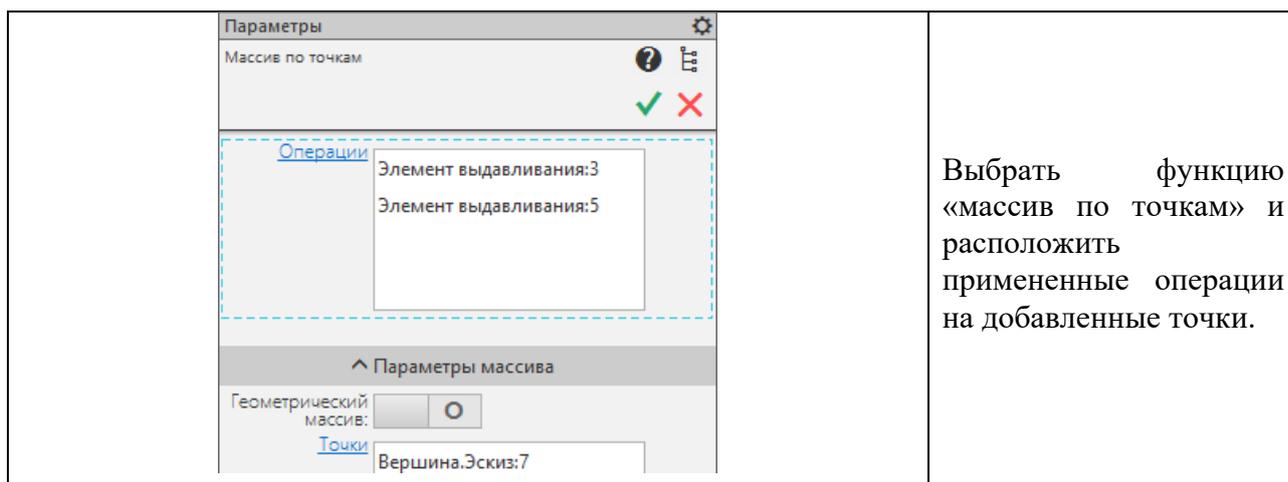
Следующим этапом необходимо нанести окружность (диаметром 8) и вырезать ее на расстояние 35 мм, как указано на рисунке 3.



Нанесем фаску на последнюю окружность с необходимыми размерами.



Для применения функции «массив по сетке» необходимо расставить точки по центру на трех других окружностях (радиусом 10).



Выбрать функцию «массив по точкам» и расположить примененные операции на добавленные точки.

Критерии оценивания задания №2

Таблица 5 Критерии оценивания задания №2

Критерий	Выполнено без ошибок	Выполнено с ошибками
1.Нанесение окружностей на деталь с применением операций «массив по сетке» с необходимыми размерами.	10 баллов	Минус 2 балла за отсутствие каждого элемента
2.Проставление размеров для корректного расположения окружностей	5 баллов	Минус 1 балл за отсутствие каждого размера
3.Применение формообразующих операций	5 баллов	Минус 2 балла за некорректный тип операции
4.Применение функций твердотельного моделирования – фаски.	5 баллов	Минус 1 балл за отсутствие или неправильный размер фаски.

3. Методические рекомендации по решению демоварианта задания №3 практического этапа Конкурса

Задание №3: Работа с 3D моделью

На детали, полученной после выполнения задания 2, необходимо:

1. Нанести геометрическую фигуру, представленную на рисунке 4, и последующим выдавливанием, как указано на рисунке 5;
2. Добавить окружности и выполнить формообразующие операции с нанесением фасок, как показано на рисунке 5;
3. Руководствуясь разрезом детали на рисунке 6, создайте эскиз треугольника с его последующим выдавливанием и размещением 3 аналогичных треугольников на детали. Для выполнения операции примените инструмент «Массив по окружности».
4. На рисунке 7 представлен изометрический вид детали.

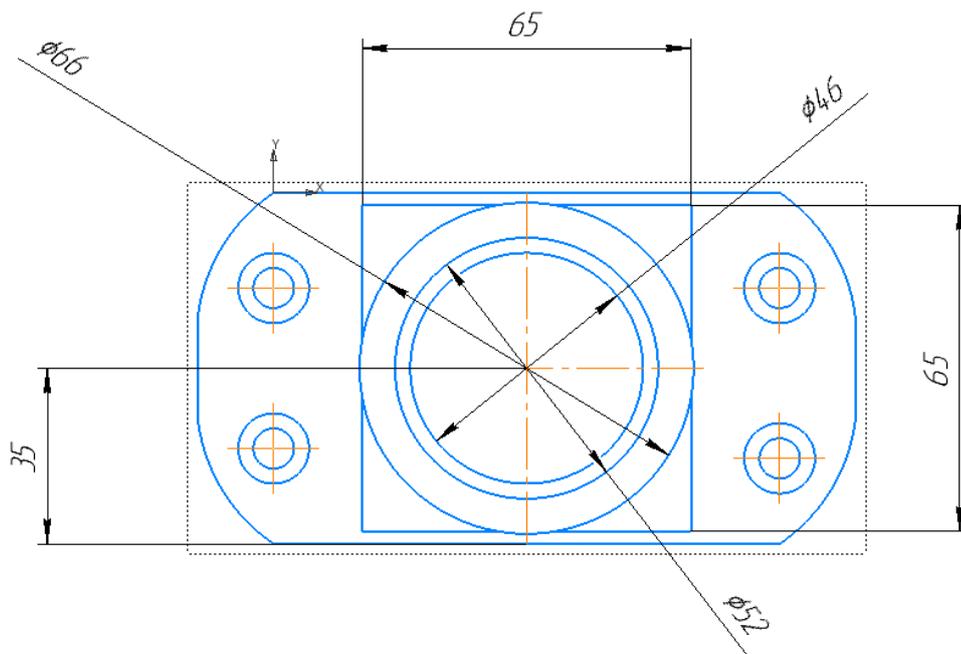


Рисунок 4. Изображение детали сверху

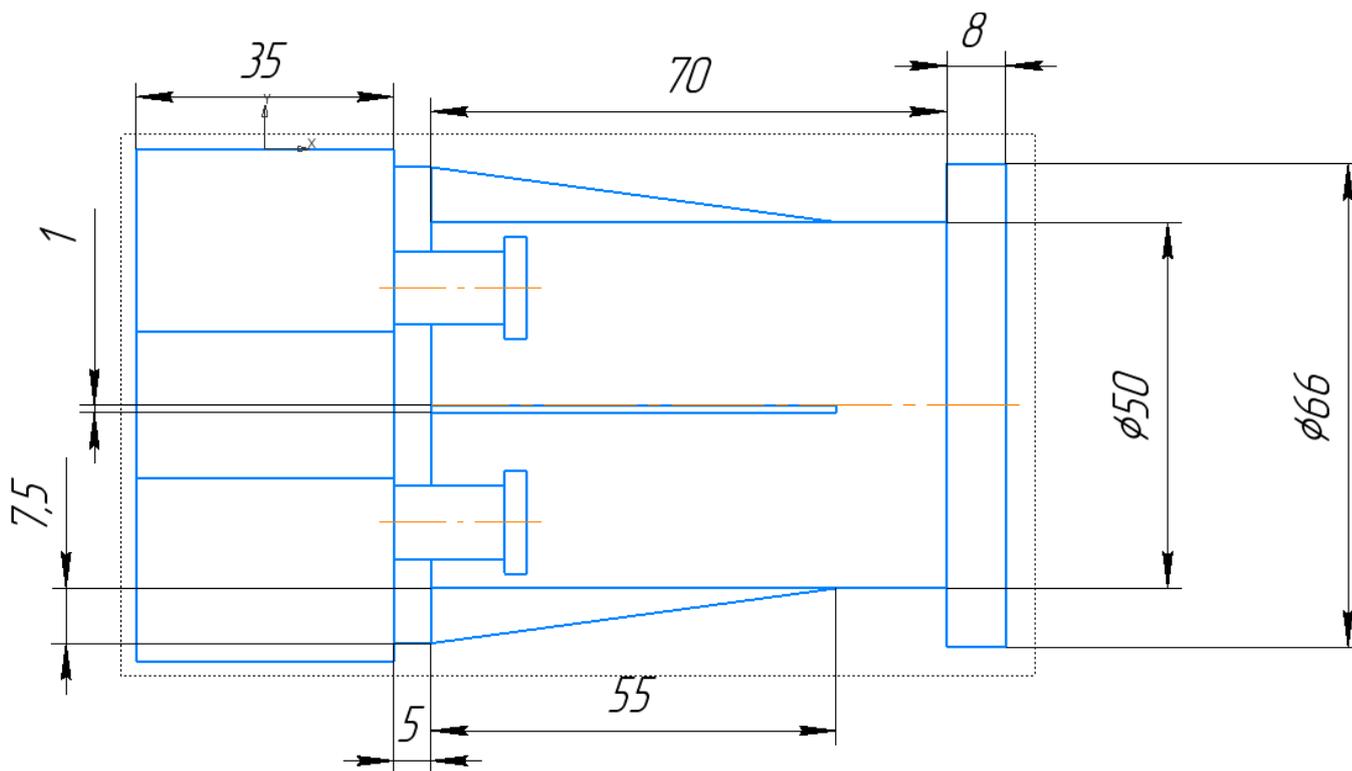


Рисунок 5. Вид детали сбоку

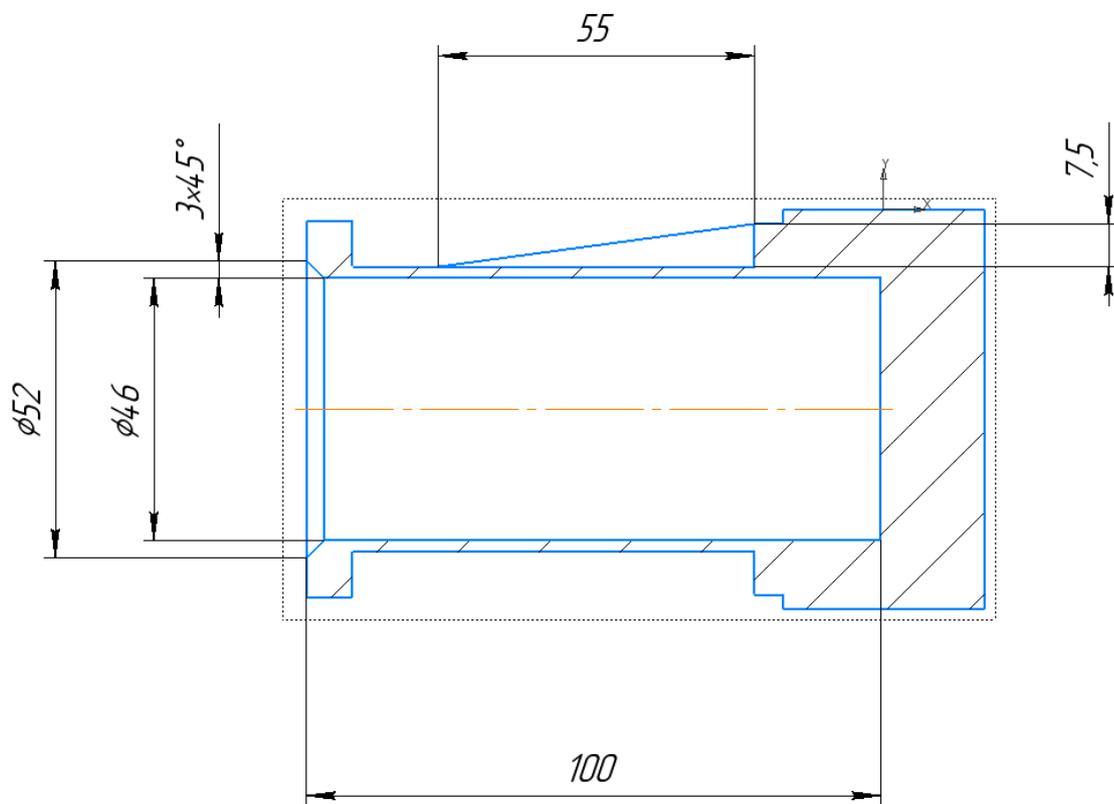


Рисунок 6. Разрез детали, представленной на рисунке 5.

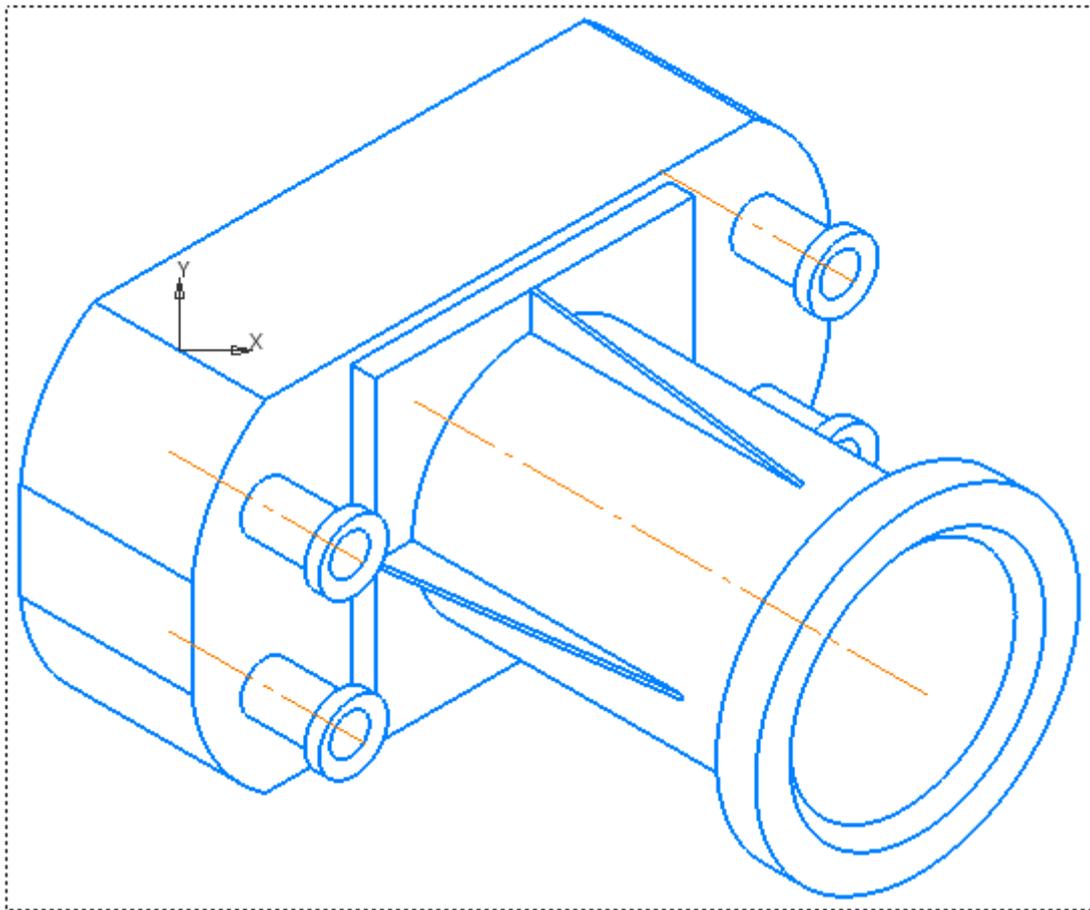


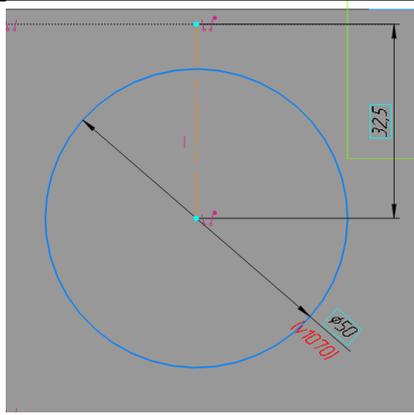
Рисунок 7. Изометрический вид детали

Решение:

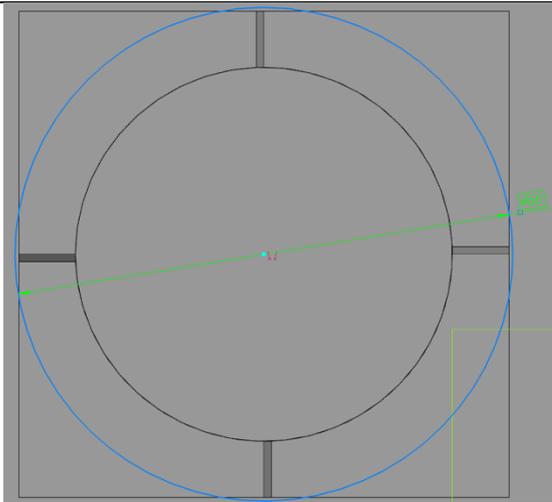
Для решения задания №3 участнику необходимо продемонстрировать высокую степень компетенций, основанную на знаниях и представлении системы трехмерного моделирования и применения сложных операций «твердотельного моделирования». Для создания 3D модели требуется использовать эскиз, полученный в предыдущем задании. Решения кейса представлено в таблице 6.

Таблице 6 Решение задания №3

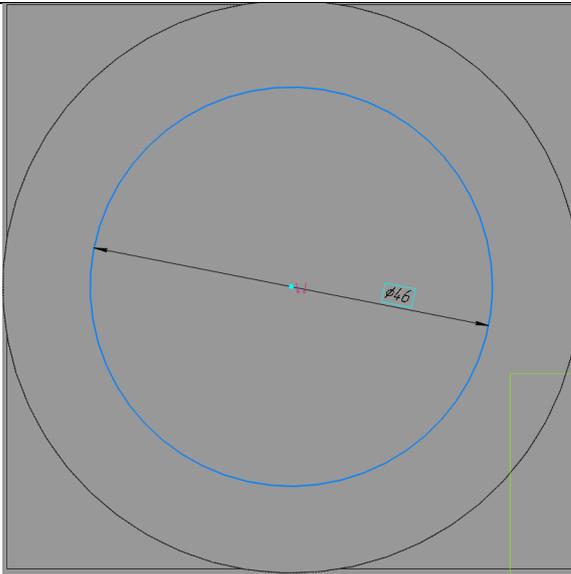
Инструмент программы	Описание действий
<p>A 2D technical sketch of a rectangular part. The sketch is shown in a light gray color. It features a central rectangular area with a width of 65 mm and a height of 35 mm. A smaller rectangle is drawn inside, offset from the outer edges by 5 mm. The sketch is centered on a coordinate system with X and Y axes.</p>	<p>На верхней части детали требуется нанести прямоугольник, как показано на рисунке 4. Для удобства можно использовать вспомогательный отрезок размером 35 мм.</p> <p>Далее необходимо применить операцию «элемент выдавливания» и выдавить эскиз на 5 мм.</p>



По центру верхней части детали разместим окружность диаметром 50 и выдавим ее на расстояние 70 мм.

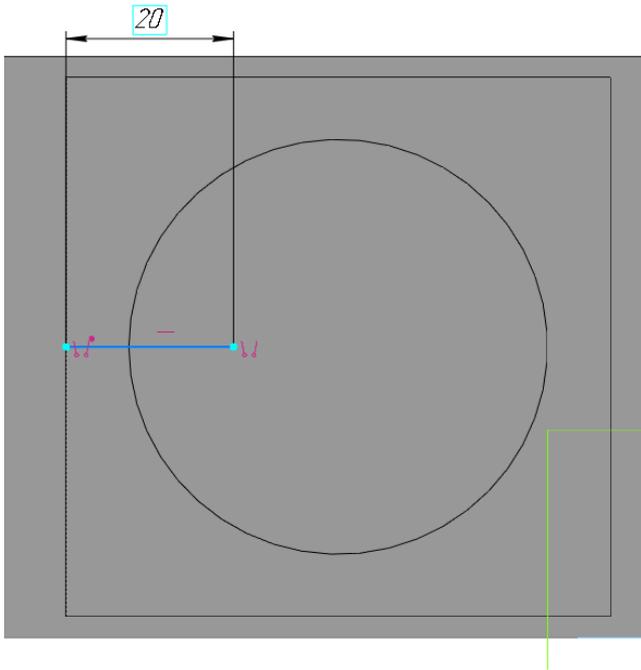


Нанесем новую окружность на вершину детали, полученной ранее на предыдущем этапе, и выдавим на расстояние 8 мм, как указано на рисунке 5.



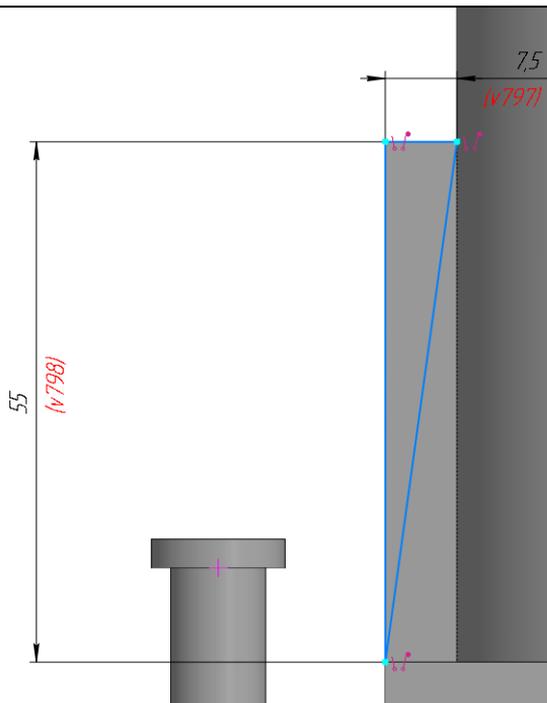
На полученной части детали добавим новую окружность диаметром 46 и вырежем ее на расстояние 100 мм, как указано на рисунке 6.

На окружности нанесем фаску.

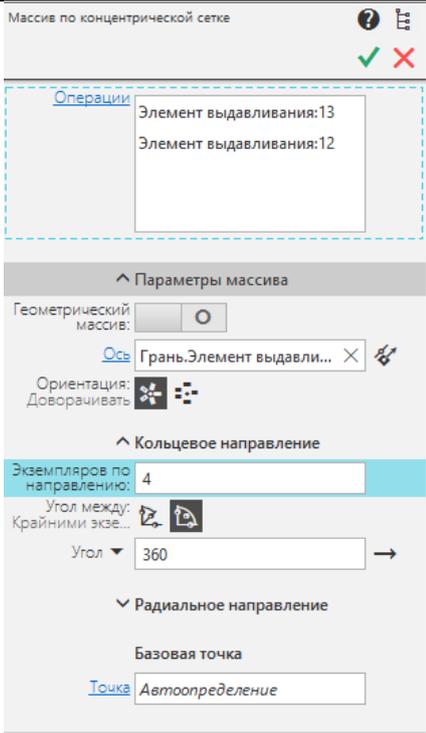


Последним этапом будет нанесение геометрической фигуры «треугольника» с помощью отрезков и формообразующих операций.

Разместим отрезок, повернув деталь, как указано на рисунке в описании, и выдавим его на расстояние 55 мм.



Разместим эскиз на выдавленной части и вырежем «через все».

	<p>В завершении необходимо применить операцию «массив по сетке», выбрав режим «массив по концентрической сетке».</p> <p>Для этого необходимо добавить последние операции по созданию фигуры, указать ось и количество -4.</p>
---	---

Критерии оценивания задания №3

Таблица 6. Критерии оценивания задания 3.

Критерий	Выполнено без ошибок	Выполнено с ошибками
1.Нанесение геометрических элементов (окружность, прямоугольник, треугольник)	6 балла	Минус 1 балл за отсутствие каждого элемента
2. Применение формообразующих операций и «массива по сетке».	6 балла	Минус 2 балла за некорректный тип операции
3.Нанесение фаски	3 балла	Минус 2 балла за некорректное нанесение фаски

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, оказывающих 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.
6. Некорректно применена операция «массив по сетке».

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>