

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кожедеров Александр Игоревич
Должность: Директор филиала ИндИ (филиал) ФГБОУ ВО "ЮГУ"
Дата подписания: 16.07.2026 23:52:52
Уникальный программный ключ: 7f4522f81a862743c2711b37d9dd0f6adf40c4c8

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерное проектирование

Направление подготовки (специальности): 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*

Профиль: *Электроэнергетика и электротехника (ИндИ)*

Форма обучения
Очно-заочная

Квалификация выпускника
Бакалавр

2026 год набора

Виды работ	Объём занятий по семестрам, час										Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Самостоятельная работа						72	96				168
Контроль							18				18
Дистанционные лекции						14	12				26
Дистанционные практические занятия						22	18				40
Форма контроля						Зачёты	Экзамены				-
Итого:						108	144				252
з.е.						3	4				7

Ханты-Мансийск, 2026 год
(город)

Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника* утвержденного № 144 от 28.02.2018 года.

2. Разработчик(и):

_____	_____	К. С. Демидкина
ученая степень, ученое звание (при наличии)	(подпись)	(И. О. Фамилия)

3. Согласовано:

Руководитель образовательной программы _____ по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика _____ и электротехника _____	_____	Г. В. Газя
	(подпись)	(И. О. Фамилия)

4. Утверждаю:

Руководитель структурного подразделения Индустриальный институт (г. Нефтеюганск) _____	_____	А. П. Янукян
	(подпись)	(И. О. Фамилия)

Документ подписан простой электронной подписью в
электронной информационно образовательной среде
Elios 2.0 ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Идентификатор документа: 97574



Подписант	
Демидкина Ксения Сергеевна	
Газя Геннадий Владимирович	
Янукян Арам Погосович	

Дата подписания	
21.05.2026 16:27:38	
21.05.2026 17:42:06	
25.05.2026 10:53:24	

1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование практических навыков по разработке проектной документации для электротехнических объектов, систем энергоснабжения и оборудования на всех этапах их жизненного цикла.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 учебного плана, модуля «Модуль фундаментальной подготовки».

3 Формируемые компетенции обучающегося

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Планируемые результаты (соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенции)
код компетенции	наименование компетенции	
ОПК-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1 З-1: Средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации ОПК-1.2 З-1: Требования к оформлению конструкторской документации (ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД) ОПК-1.3 З-1: Основные нормативно-правовые документы в своей области профессиональной деятельности ОПК-1.4 З-1: Передовой отечественный и зарубежный опыт в области электроэнергетики и электротехники при решении профессиональных задач ОПК-1.1 У-1: Использовать нормативные и правовые документы в своей области профессиональной деятельности ОПК-1.2 У-1: Использовать условные обозначения элементов на схемах ОПК-1.3 У-1: Использовать основные нормативно-правовые документы для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.4 У-1: Использовать передовой опыт, достижения отечественной и зарубежной науки в решении задач в

		своей профессиональной деятельности ОПК-1.1 В-1: Навыками анализа научно-технической информации по отечественному и зарубежному опыту в области профессиональной деятельности ОПК-1.2 В-1: Навыками использования системы автоматизированного проектирования в своей области профессиональной деятельности ОПК-1.3 В-1: Навыками сбора информации о существующих технических решениях в своей области профессиональной деятельности ОПК-1.4 В-1: Навыками по организации работ по повышению научно-технических знаний и развитию творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности и внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, техники в области профессиональной деятельности
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1 3-1: Нормативную базу по вопросам учета электроэнергии и контроля качества ее параметров ОПК-6.2 3-1: Принципы работы приборов учета и контроля основных параметров энергии ОПК-6.1 У-1: Составлять структуру автоматизированной интеллектуальной системы учета энергоресурсов ОПК-6.2 У-1: Определять погрешность средств измерения параметров энергии ОПК-6.1 В-1: Навыками по работе со схемами включения приборов измерения электрических и неэлектрических величин ОПК-6.2 В-1: Навыками по построению автоматизированных систем

		контроля и учета параметров энергии
ПК-1	Способен разрабатывать проектную документацию системы электроснабжения объектов капитального строительства	ПК-1.1 3-1: Типовые проектные решения по узлам системы электроснабжения ПК-1.2 3-1: Система условных обозначений в проектировании ПК-1.3 3-1: Требования охраны труда и меры безопасности при проектировании системы электроснабжения ПК-1.4 3-1: Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей ПК-1.1 У-1: Читать эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-1.2 У-1: Выбирать алгоритм работы во внешних периферийных устройствах при комплектовании чертежей рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) ПК-1.3 У-1: Применять программные средства для оформления рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) (документов в текстовой форме, рабочих чертежей, спецификации оборудования и изделий) ПК-1.4 У-1: Читать эскизные и рабочие чертежи графической части рабочей и проектной документации ПК-1.1 В-1: Навыками проверки текстовой и графической частей рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) на соответствие

		утвержденным проектным решениям проектной документации ПК-1.2 В-1: Навыками подготовка комплекта рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) к нормоконтролю и внесение изменений по результатам ПК-1.3 В-1: Навыками оформления комплекта рабочей документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) ПК-1.4 В-1: Навыками сбора исходных данных для создания элементов системы электроснабжения в качестве компонентов для информационной модели объекта капитального строительства
--	--	--

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Тема	Трудоемкость по видам учебной работы, час					Код компетенции	Оценочные средства
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации	Самостоятельная работа		
6 семестр								
1	Обзор популярных систем автоматизированного проектирования	2				6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
2	Вводная, запуск системы, типы документов	2	2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
3	Панели инструментов	2	2			6	ОПК-1;	Практическое

							ОПК-6; ПК-1.	задание.
4	Линии чертежа		2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
5	Вычерчивание контура детали с делением окружности на равные части	2	2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
6	Вычерчивание контура детали с применением сопряжений		2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
7	Создание 3-D моделей геометрических тел		2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
8	Выполнение комплексных чертежей геометрических тел		2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
9	Построение чертежа модели полого тела с боковым отверстием		2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
10	Построение чертежа вала с выполнением сечений	2	2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
11	Выполнение ассоциативных чертежей по теме «Разрезы»	2	2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
12	Выполнение чертежа зубчатого колеса	2	2			6	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
Итого 6 семестр.		14	22			72	—	—
7 семестр								
13	Основные положения инженерной графики: - Изображения на чертежи - Основные виды - Разрезы, сечения		2			12	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
14	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Операция выдавливания в Компас-3Д - Построение	2	2			12	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.

	ассоциативного чертежа							
15	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Операция вращения в Компас -3Д - Построение ассоциативного чертежа	2	2			12	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
16	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Кинематическая операция в Компас -3Д - Построение ассоциативного чертежа	2	2			12	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
17	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Операция по сечениям в Компас -3Д - Построение ассоциативного чертежа	2	2			16	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
18	Сборочные чертежи: - Правила выполнения сборочных чертежей - упрощения в сборочных чертежах - Составление спецификации - Сопряжение деталей в Компас -3Д	2	4			16	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
19	Примеры решения инженерных задач в САПР: - Расчет на прочность в Компас -3Д - Расчет гидродинамики проектируемого изделия - Расчет и проектирование зубчатых соединений	2	4			16	ОПК-1; ОПК-6; ПК-1.	Практическое задание.
Итого 7 семестр.		12	18			96	—	—
Итого		26	40			168	—	

5 Образовательные технологии, используемые при различных видах учебной работы

№ темы	Образовательная технология
1-19	Дистанционные технологии
1-19	Технология традиционного обучения

6 Методические материалы по освоению дисциплины

Электронная информационно - образовательная среда представлена личным кабинетом, расположенным по ссылке <https://itport.ugrasu.ru>, электронной библиотечной системой <https://lib.ugrasu.ru>, электронным каталогом Научной библиотеки ЮГУ <https://irbis.ugrasu.ru> и системой дистанционного обучения.

Методические материалы для обучающихся представлены в электронном виде в системе Moodle по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

Методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

6.1 Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его научно-педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии.

6.2 Методические указания к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков. Методические рекомендации по каждой практической работе имеют теоретическую часть, подготовленную отдельно, или указание на источник, необходимый для подготовки к соответствующему практическому занятию, с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами и графиками; алгоритм выполнения заданий. Практические задания сочетаются с теоретическими знаниями. Проведению практического занятия как правило предшествует самостоятельная работа обучающегося.

6.3 Методические указания к самостоятельной работе

В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится с рабочей программой, особое внимание должно уделяться целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Анализируется конспект лекций, ведется подготовка ответов к контрольным вопросам, просматривается рекомендуемая литература, используются аудио-видеозаписи по заданной теме, решаются расчетно-графические задания, задачи по алгоритму и др.

7 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей). Для осуществления процедуры текущего контроля успеваемости обучающихся НПП создаются оценочные материалы (фонды оценочных

средств), позволяющие оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности компетенций.

Промежуточная аттестация обучающихся производится в дискретные временные интервалы НПП, обеспечивающими реализацию дисциплины в форме: зачёты, экзамены.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся предполагает предоставление студентам методических рекомендаций по изучению дисциплины, учитывающих особенности ее построения, освоения, преподавания и представлено как электронный учебно-методический комплект документов по дисциплине, размещено в системе управления обучением «Moodle» (сайт Университета по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>) и/или в других системах управления обучением электронной информационно-образовательной среды Университета.

Обучение и контроль обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

7.1 Технологическая карта дисциплины 6-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Обзор популярных систем автоматизированного проектирования	5
2	Вводная, запуск системы, типы документов	5
3	Панели инструментов	6
4	Линии чертежа	6
5	Вычерчивание контура детали с делением окружности на равные части	6
6	Вычерчивание контура детали с применением сопряжений	6
7	Создание 3-D моделей геометрических тел	6
8	Выполнение комплексных чертежей геометрических тел	6
9	Построение чертежа модели полого тела с боковым отверстием	6
10	Построение чертежа вала с выполнением сечений	6
11	Выполнение ассоциативных чертежей по теме «Разрезы»	6
12	Выполнение чертежа зубчатого колеса	6
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
13	Зачёты	30
		30
	Итого	100
Дополнительный уровень		
14	Участие в научно-практических конференциях	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (зачёты):
 Зачтено с 50 по 100 баллов;
 Не зачтено с 0 по 49 баллов.

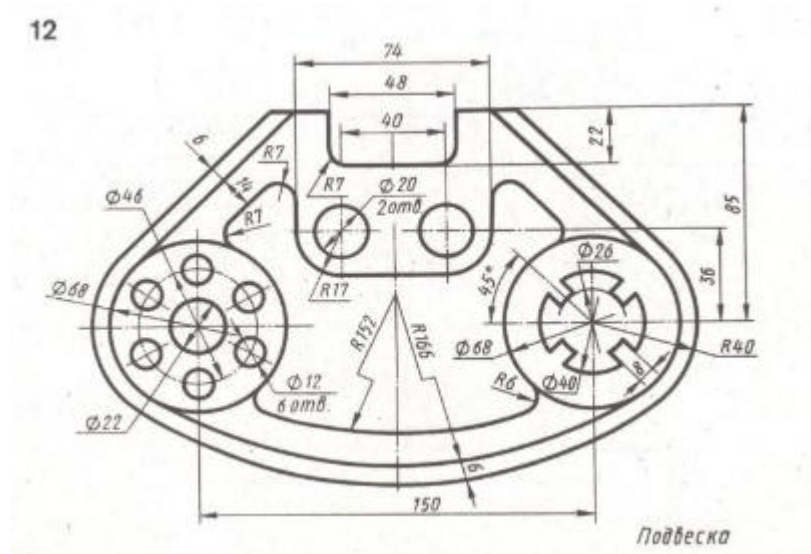
7.2 Технологическая карта дисциплины 7-й семестр

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (текущая аттестация)		
1	Основные положения инженерной графики: - Изображения на чертежи - Основные виды - Разрезы, сечения	10
2	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Операция выдавливания в Компас-3Д - Построение ассоциативного чертежа	10
3	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Операция вращения в Компас -3Д - Построение ассоциативного чертежа	10
4	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Кинематическая операция в Компас -3Д - Построение ассоциативного чертежа	10
5	Введение в работу с системами автоматизированного проектирования: - Операция по сечениям в Компас -3Д - Построение ассоциативного чертежа	10
6	Сборочные чертежи: - Правила выполнения сборочных чертежей - упрощения в сборочных чертежах - Составление спецификации - Сопряжение деталей в Компас -3Д	10
7	Примеры решения инженерных задач в САПР: - Расчет на прочность в Компас -3Д - Расчет гидродинамики проектируемого изделия - Расчет и проектирование зубчатых соединений	10
		70
Обязательный уровень (промежуточная аттестация)		
8	Экзамены	30
		30
Итого		100
Дополнительный уровень		
9	Участие в научно-практических конференциях	15
		15

Шкала оценивания результатов по балльной системе (экзамены):
 Критерии выставления оценки при промежуточной аттестации:
 Отлично с 83 по 100 баллов;
 Хорошо с 68 по 82 балла;
 Удовлетворительно с 50 по 67 баллов;
 Неудовлетворительно с 0 по 49 баллов.

7.3 Примерный комплект практических заданий

Практическая работа №3. Вычерчивание контура детали с применением сопряжений

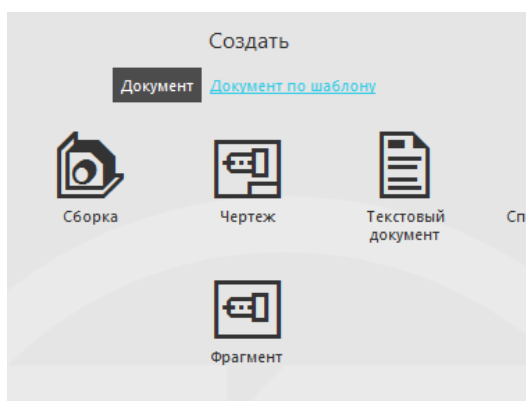


ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.

1. Анализ формы чертежа.
2. Определение размеров поверхностей
3. Определение последовательности построения.
4. Выполнение построений.
5. Простановка размеров
6. Заполнение основной надписи

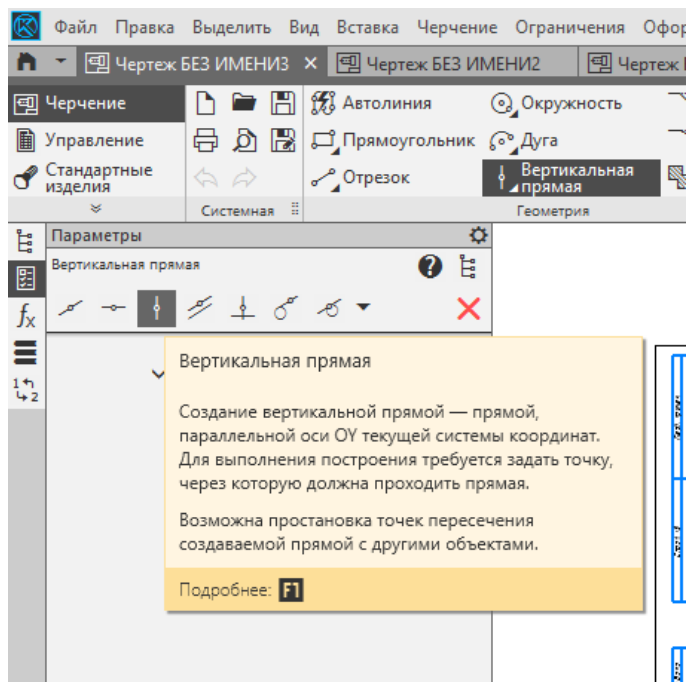
Построение чертежа.

1. Создаем документ - Чертеж

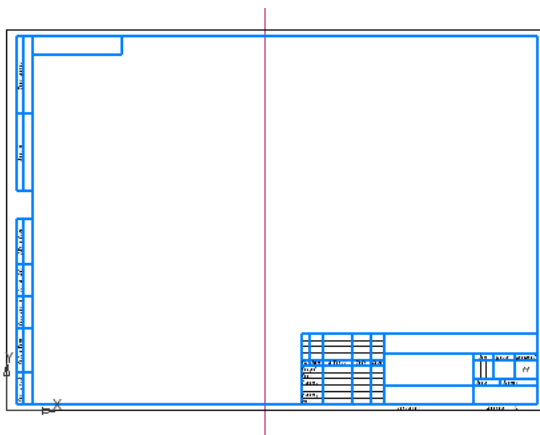


2. Выбор формата - А3, горизонтальный.

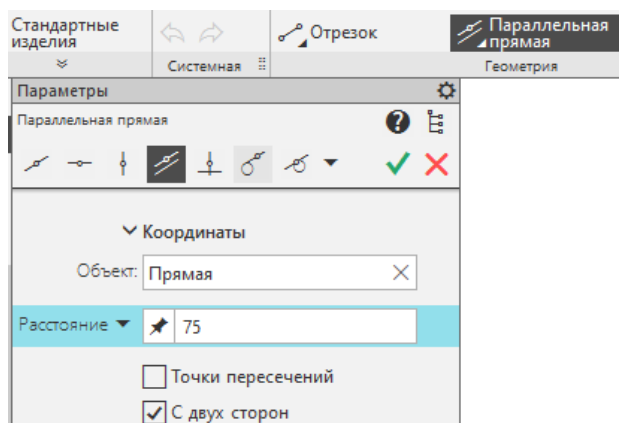
На панели поменять А4 на А3, ориентация – горизонтальный формат.



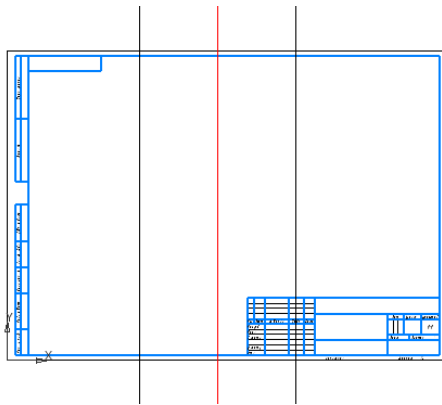
В центре листа провести вертикальную прямую (вертикальную ось симметрии).



Относительно этой линии, командой – ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ – поставив галочку $\surd$ с двух сторон, задав расстояние 75 ($150:2=75$)

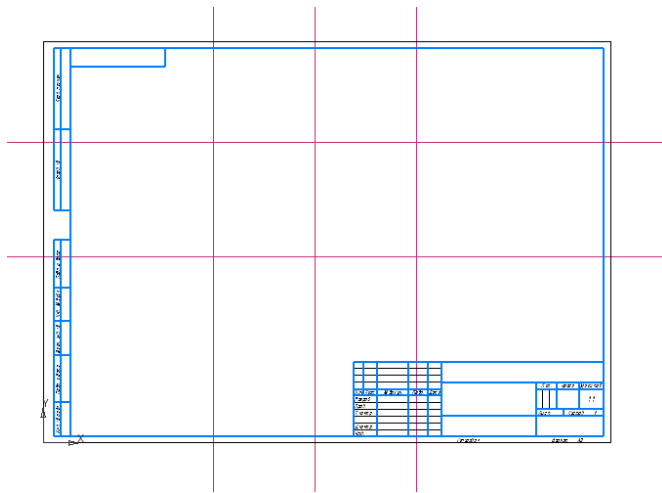


Добавить две вспомогательные прямые.

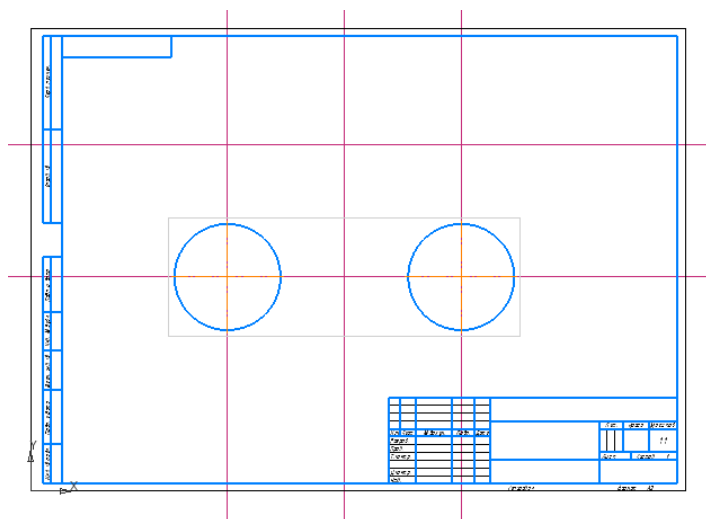


В верхней части чертежа произвольно проводим горизонтальную прямую, оставив место для нанесения верхних горизонтальных размеров.

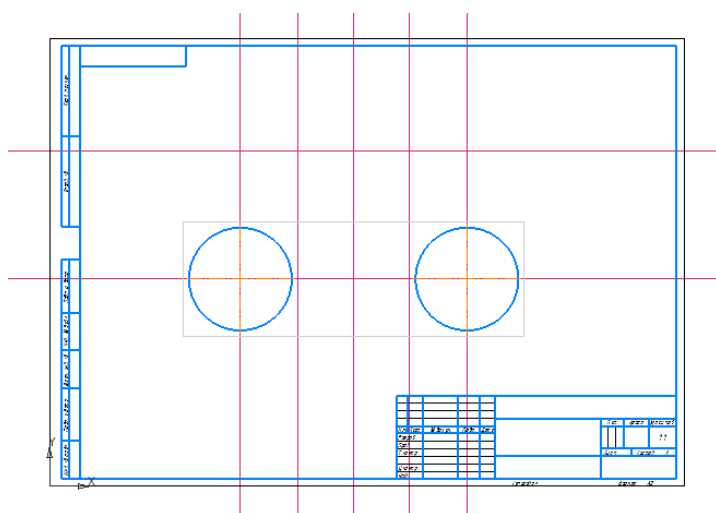
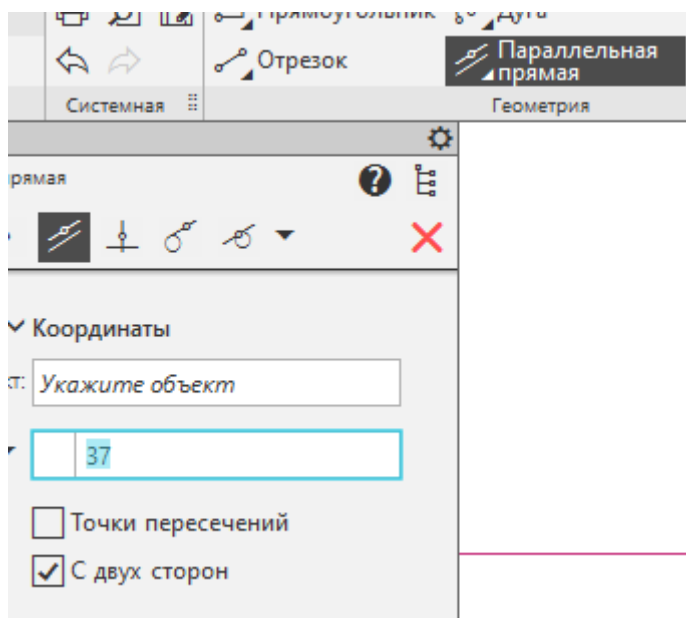
Относительно ее командой – ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ - проводим линию задав расстояние 85.



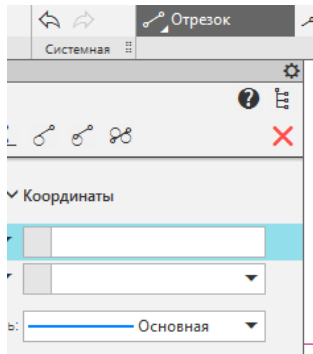
4. На пересечении вспомогательных прямых проводим две окружности диаметром 68 мм. Для этого выбираем команду - ОКРУЖНОСТЬ, задаем диаметр – 68, окружность – с осями, стиль линии - основная.



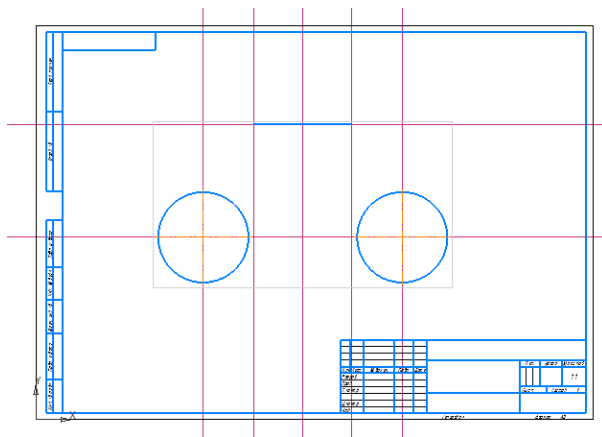
5. Относительно вертикальной оси симметрии командой ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПРЯМАЯ – задаем 2 параллельные расстояние 74 мм. Для этого в панели свойств указываем- 37 ($74:2=37$). С двух сторон ✓



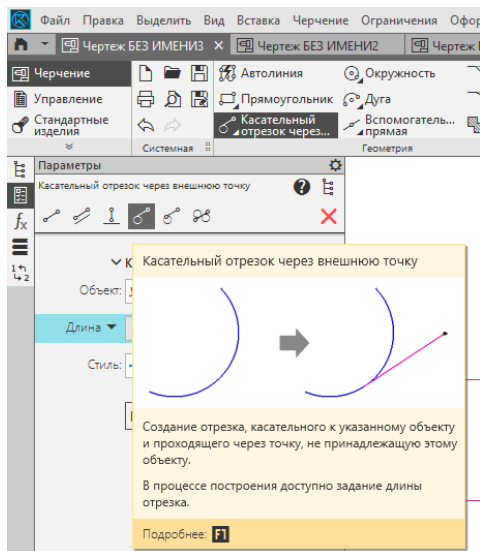
Выбираем команду – ОТРЕЗОК



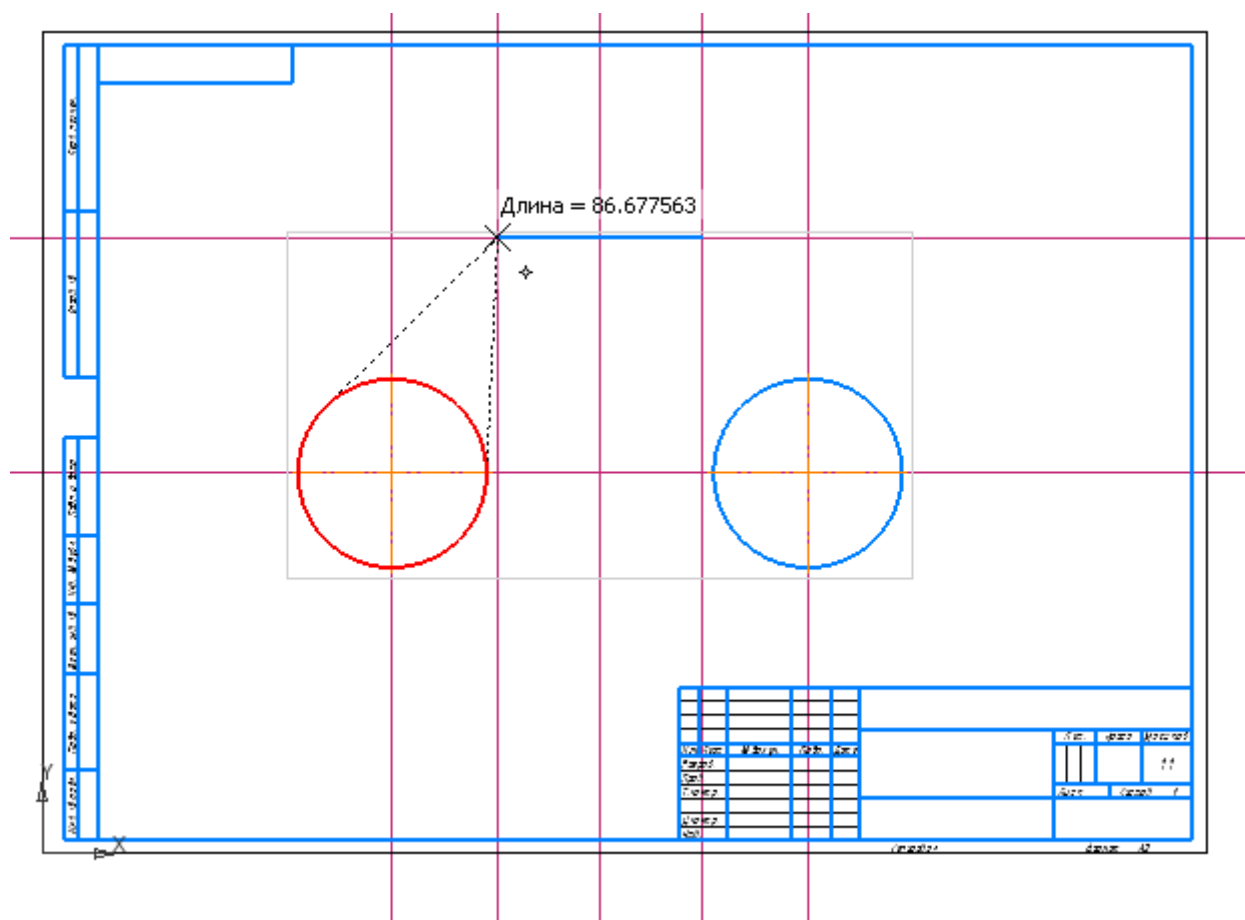
Проводим линию между параллельными прямыми, стиль – основная.



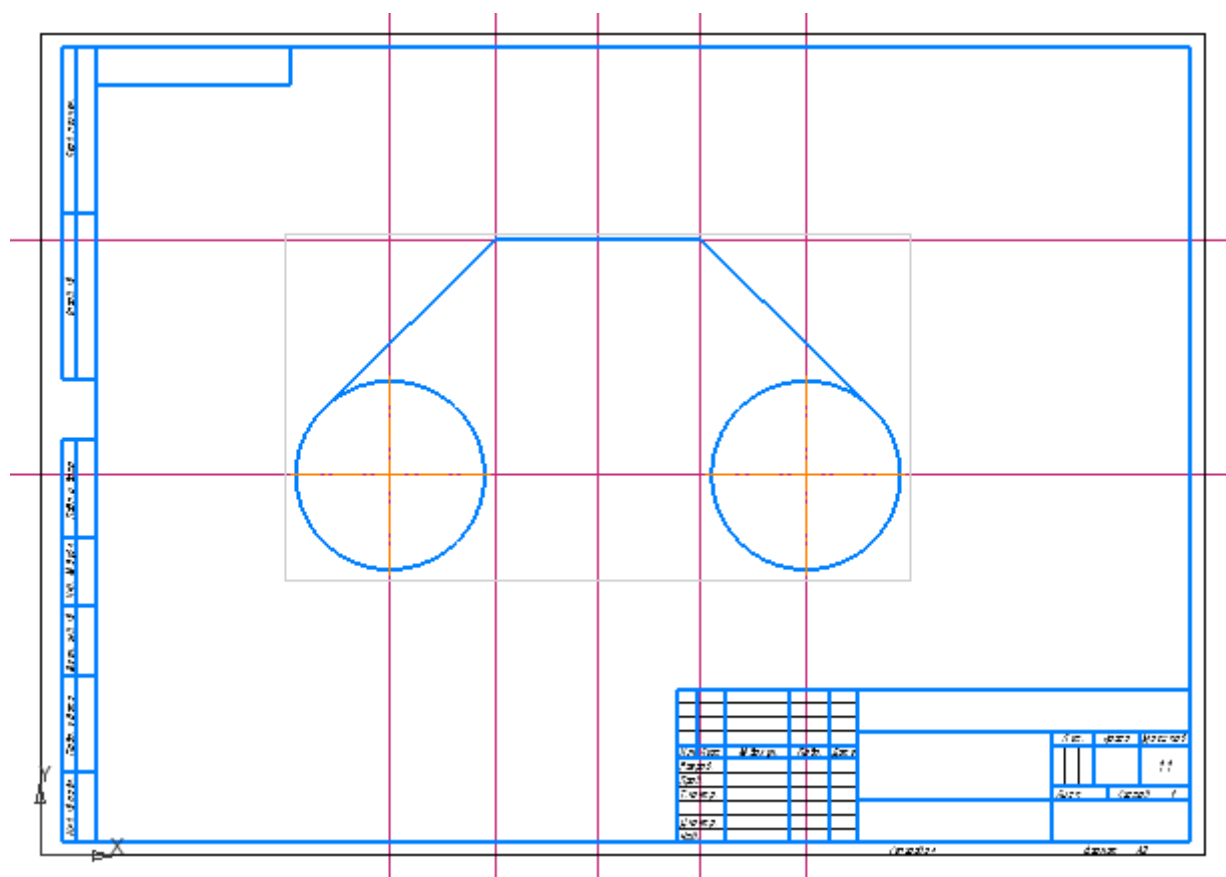
Затем выбираем команду – КАСАТЕЛЬНЫЙ ОТРЕЗОК ЧЕРЕЗ ВНЕШНЮЮ ТОЧКУ.



Щелкнуть мышью по окружности приблизительно в точке касания и на конце отрезка 74.

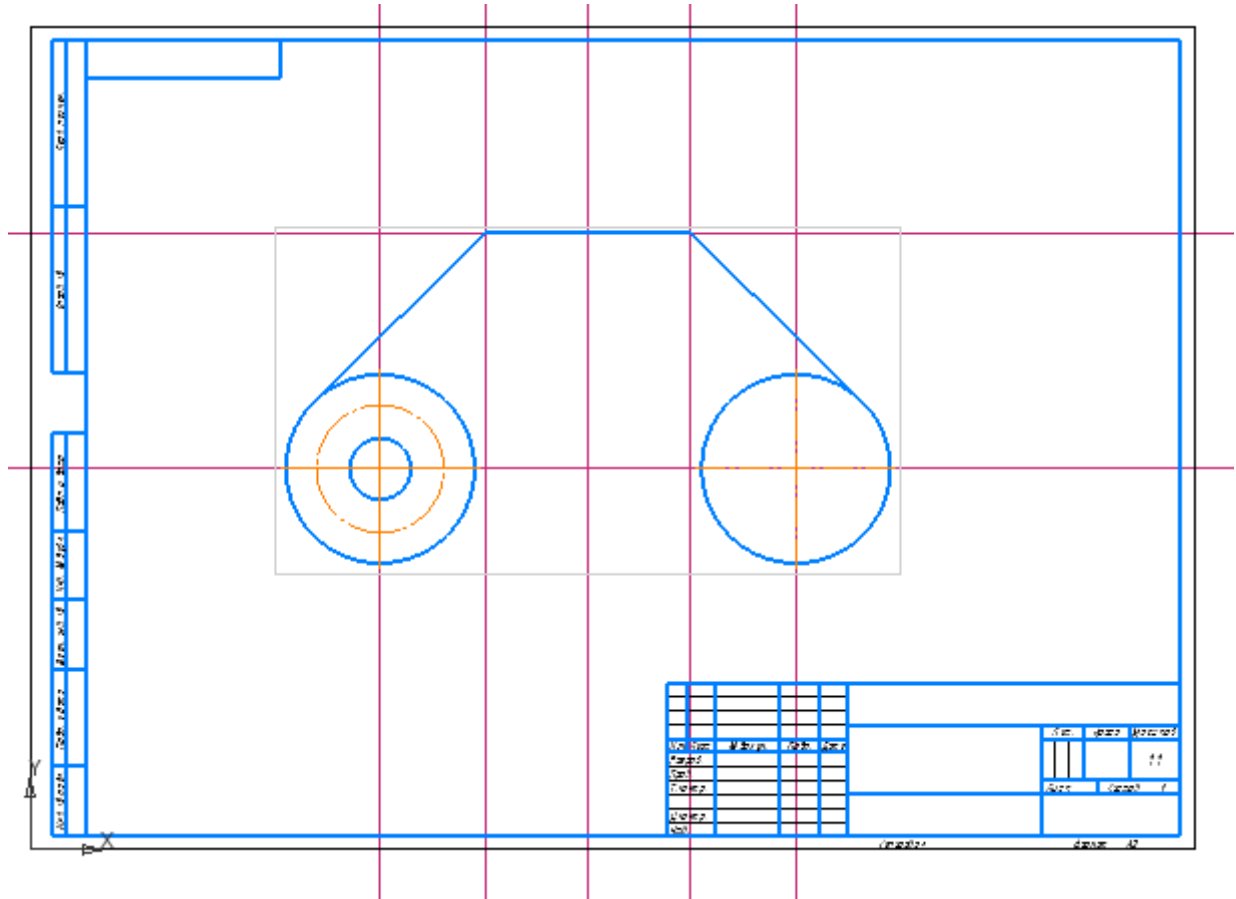


Выбрать из двух фантомных отрезкой указанный на чертеже, щелкнув по нему. Аналогично построить второй касательный отрезок.

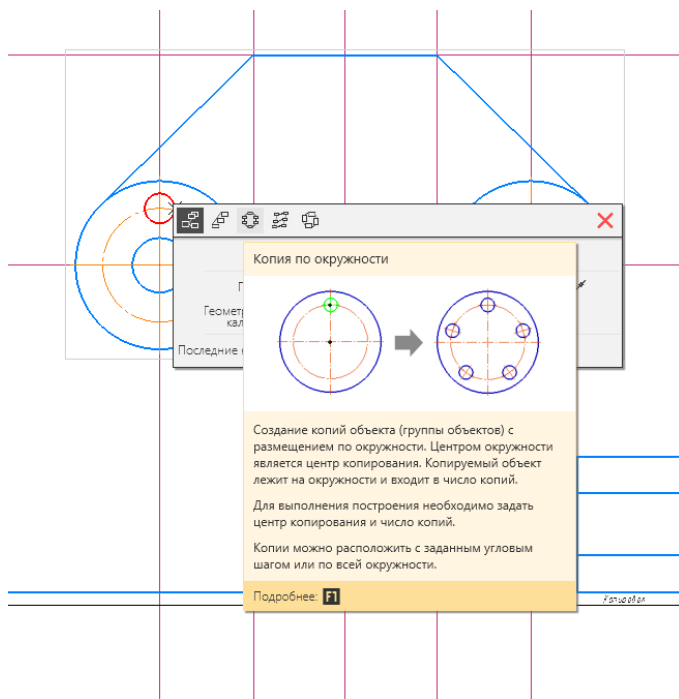


6. Выполним построения на левой окружности. Для этого выбираем команду **ОКРУЖНОСТЬ**.

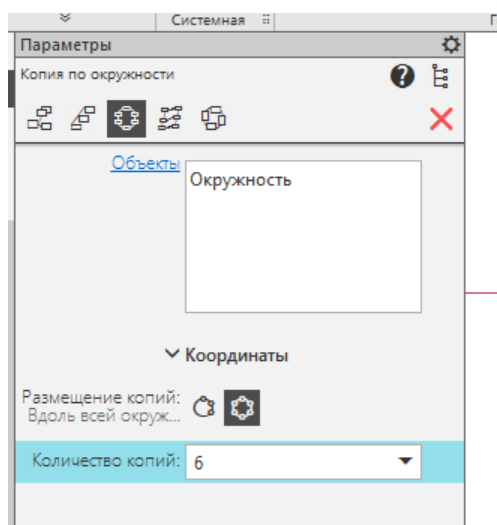
Строим две окружности: первая – диаметром 22 мм, стиль – основная; вторая - диаметром 46мм, стиль – осевая.



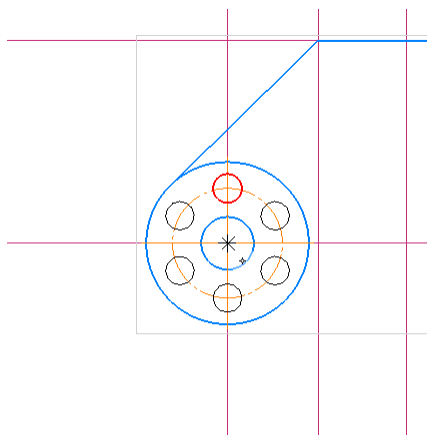
На осевой окружности в точке пересечения с вертикалью чертим окружность диаметром 12. Выделим окружность. В главном меню выбрать **РЕДАКТОР – КОПИЯ – ПО ОКРУЖНОСТИ**.



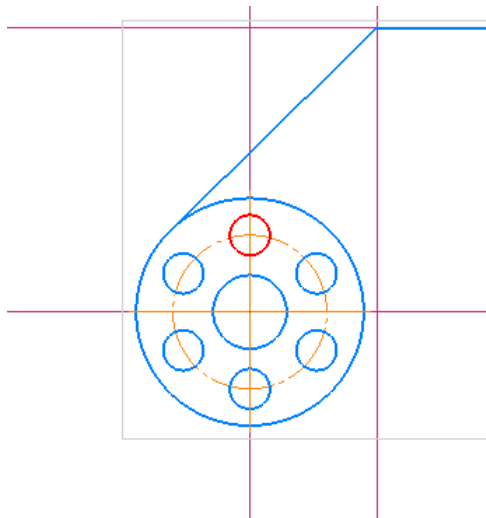
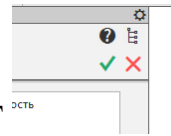
В панели свойств задать – количество копий -6, режим – вдоль всей окружности.



Щелкнуть по центру окружности, появятся фантомы изображения,

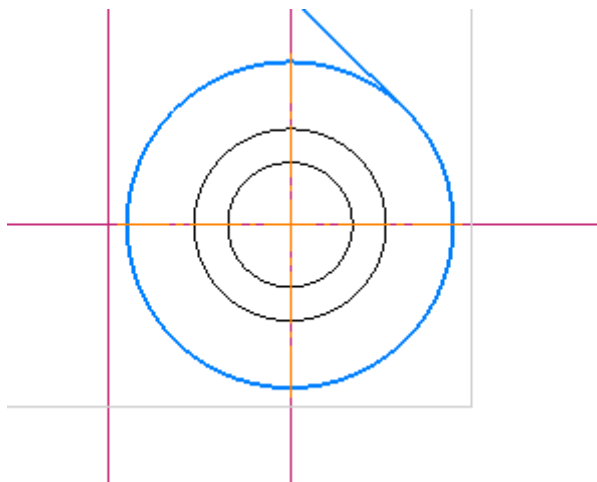


затем щелкнуть по окну СОЗДАТЬ ОБЪЕКТ

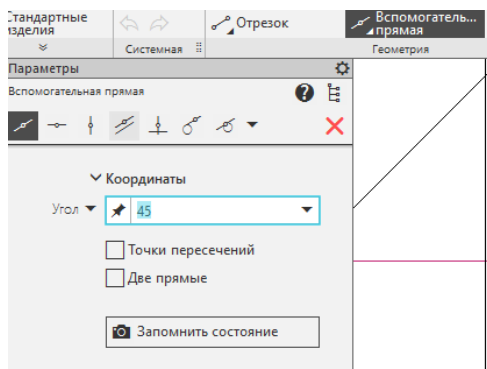


7. Для построения элементов правой окружности выполним следующие построения.

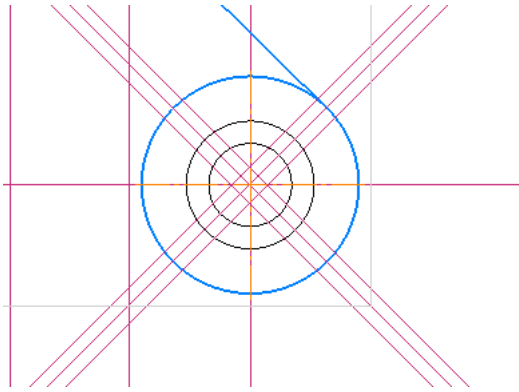
Выбрать команду ОКРУЖНОСТЬ. Провести две окружности – диаметром 26 мм и 40мм.



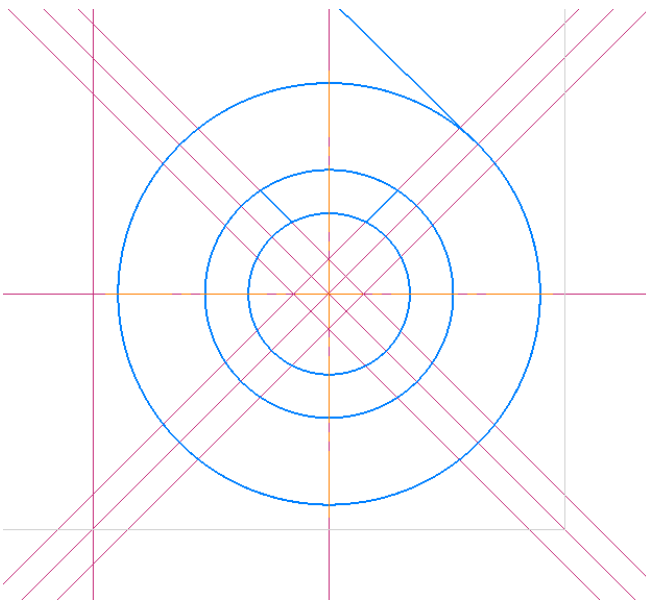
Команда вспомогательная прямая. Задать угол наклона прямой 45 и - 45 градусов.



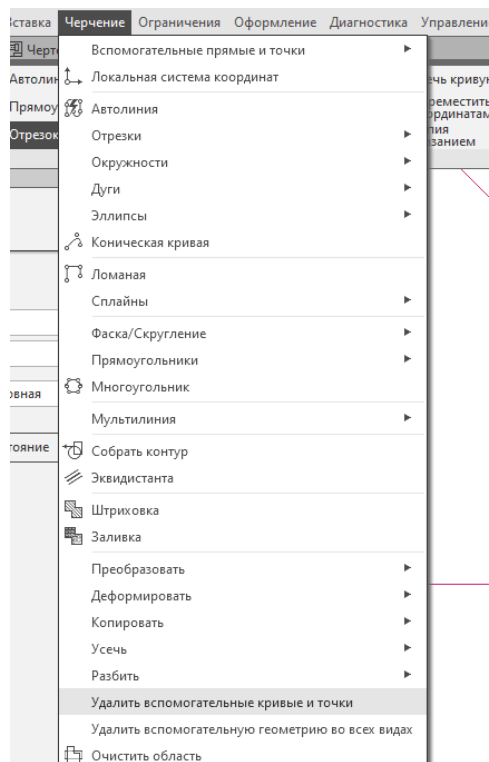
Относительно этих прямых при помощи параллельных прямых провести линии на расстоянии 8 (в панели свойств задать 4).



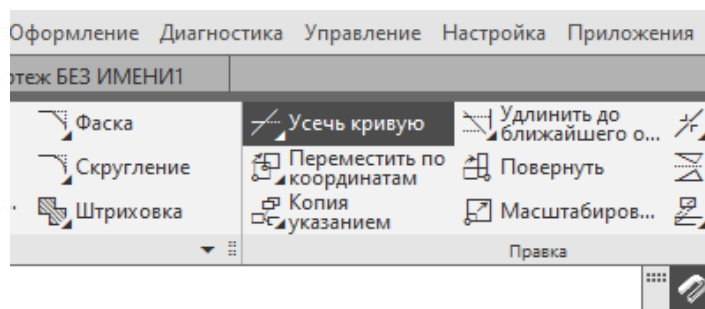
Обвести контур боковых элементов выступа.



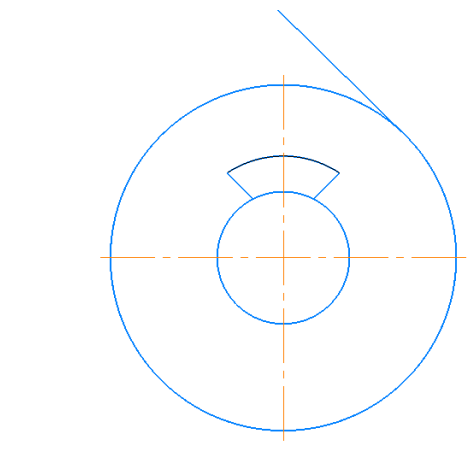
Убрать вспомогательные прямые. В меню – ЧЕРЧЕНИЕ - УДАЛИТЬ – ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КРИВЫЕ И ТОЧКИ – В ТЕКУЩЕМ ВИДЕ.



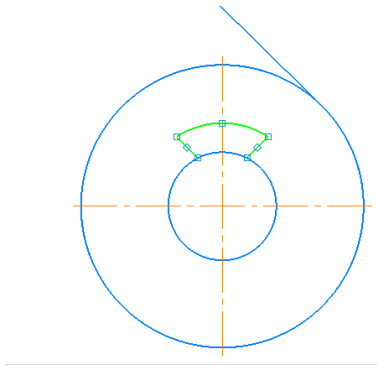
На компактной панели. Выбрать окно – ПРАВКА - УСЕЧЬ КРИВУЮ.



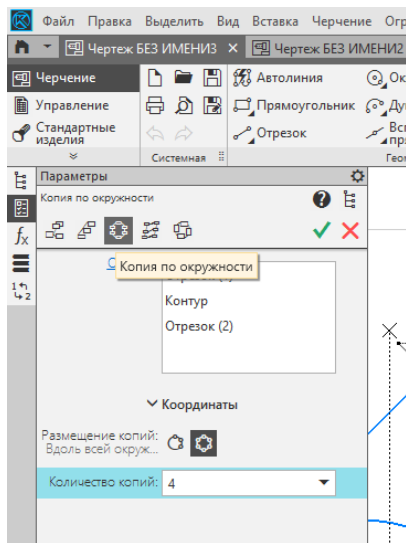
Удалить боковые и нижнюю часть окружности диаметром 40.



Выделить прямоугольный выступ.



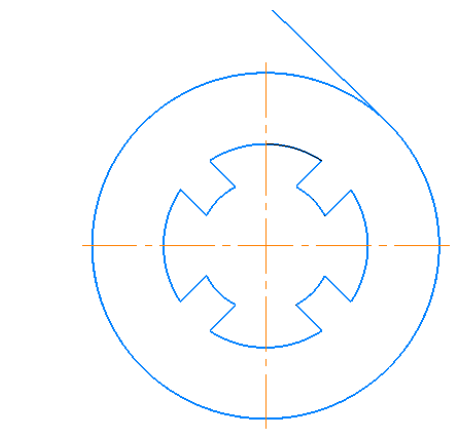
Выбрать КОПИЯ ПО ОКРУЖНОСТИ 4.



Щелкаем в центр окружности.

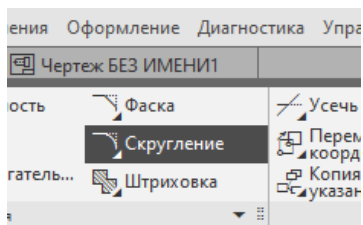
Второй раз щелкнуть по чертежу, подтвердив создание объекта.

При помощи команды РЕДАКТИРОВАНИЕ – УСЕЧЬ КРИВУЮ удалить части дуги внутри элемента.

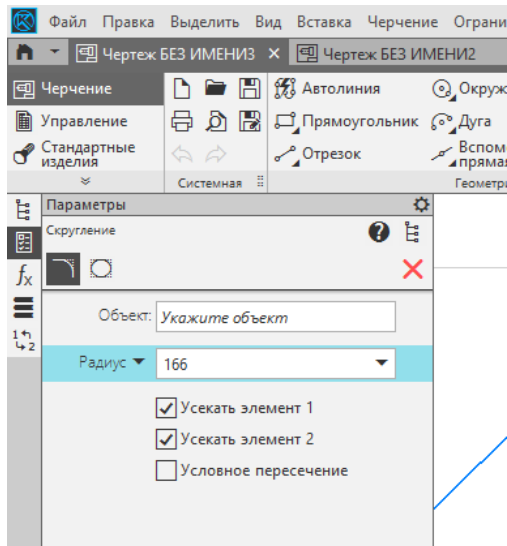


8. Выполним сопряжение окружностей.

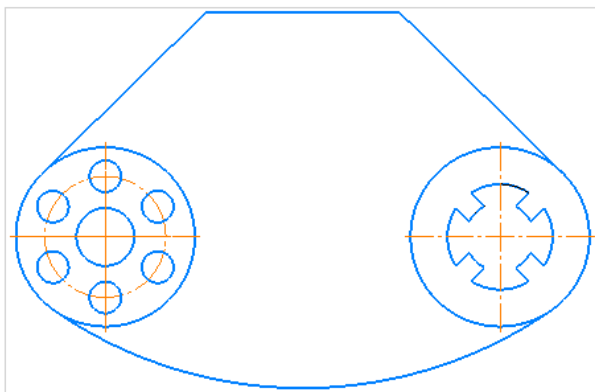
Выбираем команду СКРУГЛЕНИЕ.



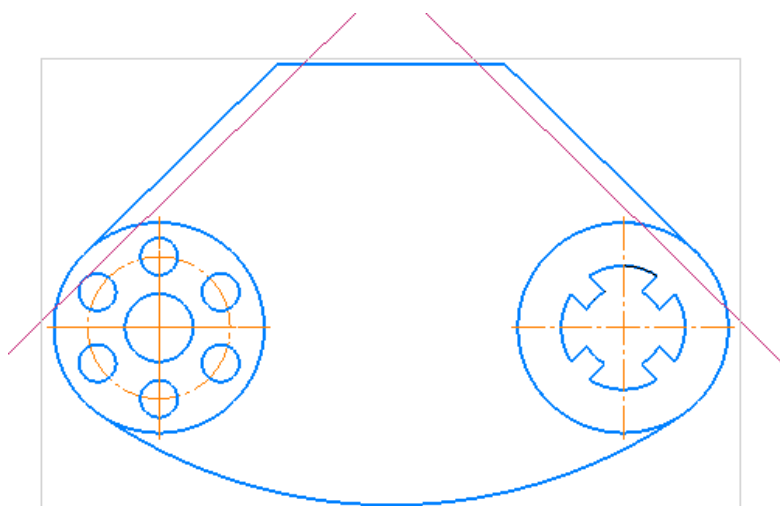
На панели свойств задаем радиус 166.



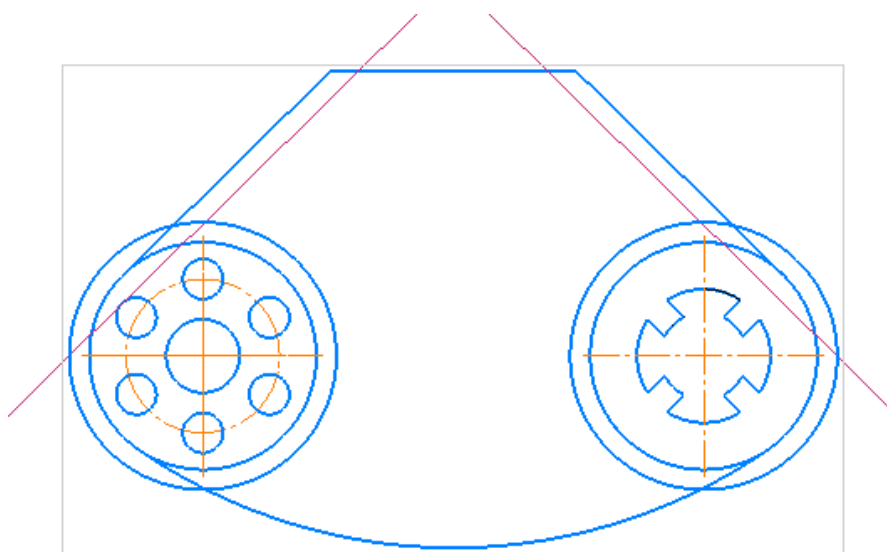
Щелкнуть левой кнопкой мыши по точкам сопряжения, определив их приблизительно, в соответствии с заданием.



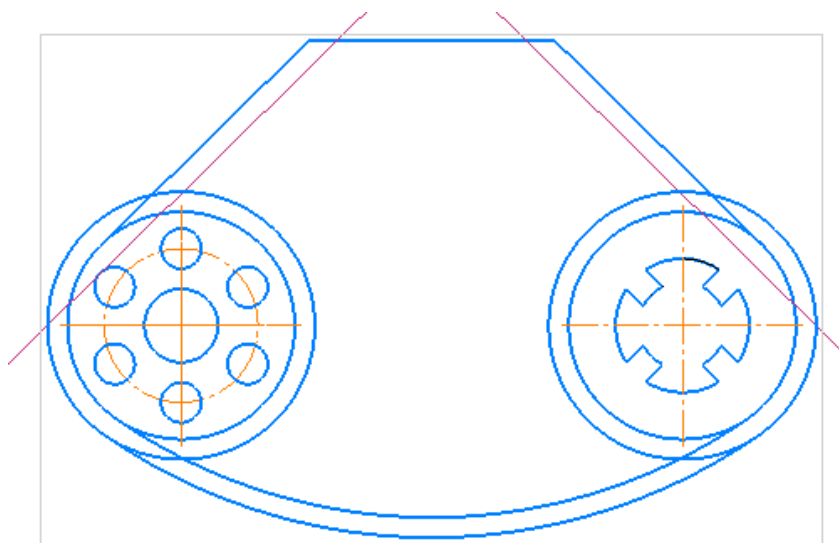
9. Построим внешний контур детали, удаленный на 6 мм. Для этого при помощи ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ проведем вспомогательные прямые, удаленные на 6 мм.



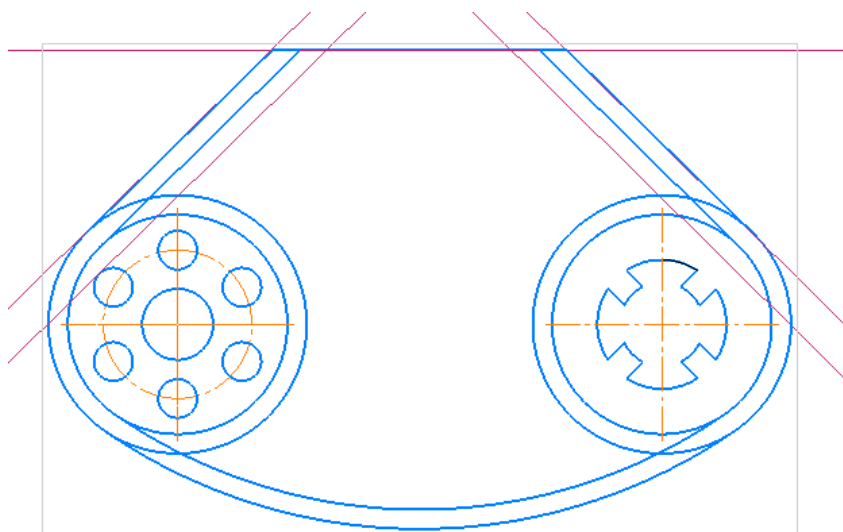
Построим окружности диаметром 80 ($68 + 2 \times 6 = 80$).



Выполним сопряжение этих окружностей диаметром 172 ($166 + 6 = 172$).

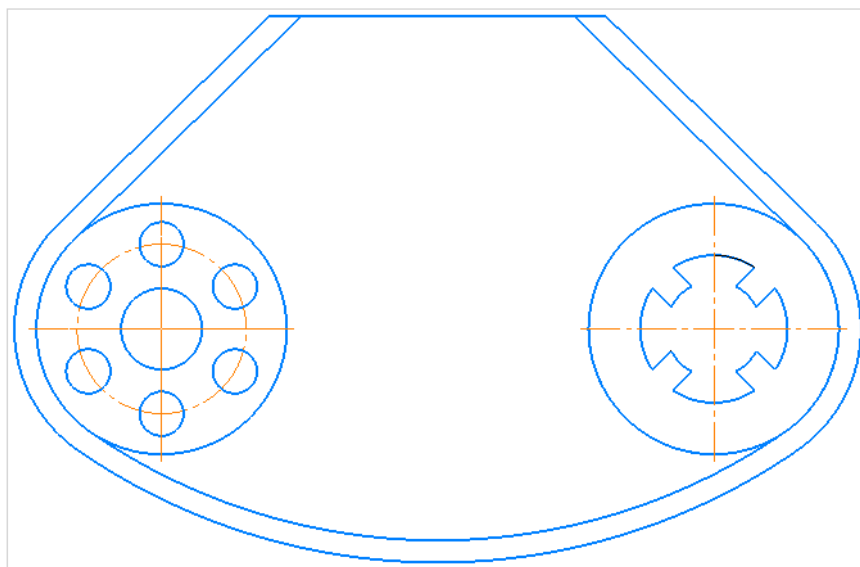


На расстоянии 6 проводим еще параллельные линии с двух сторон, дорисовываем объект.



Удалим при помощи команд

РЕДАКТИРОВАНИЕ – УСЕЧЬ КРИВУЮ лишние элементы в соответствии с заданием.



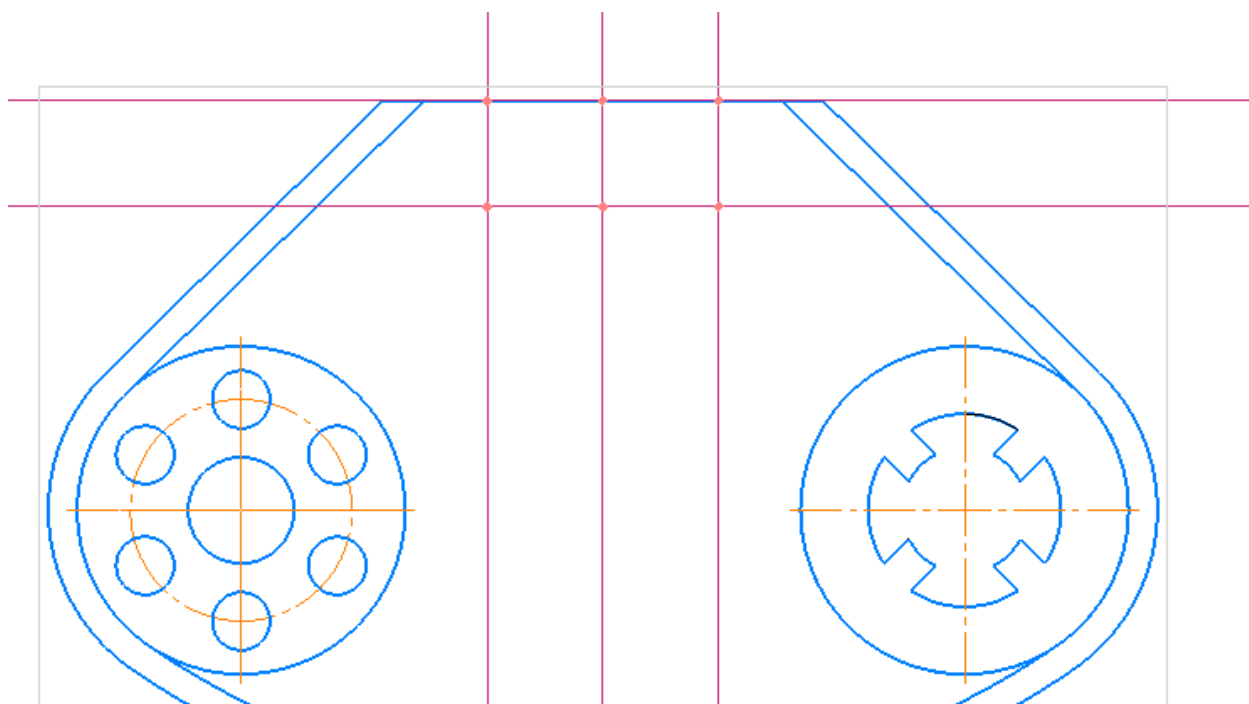
9. Выполним верхний элемент детали.

Найти вертикальный центр детали

Измеряем с помощью линейного размера и на середине проводим вертикальную вспомогательную прямую.

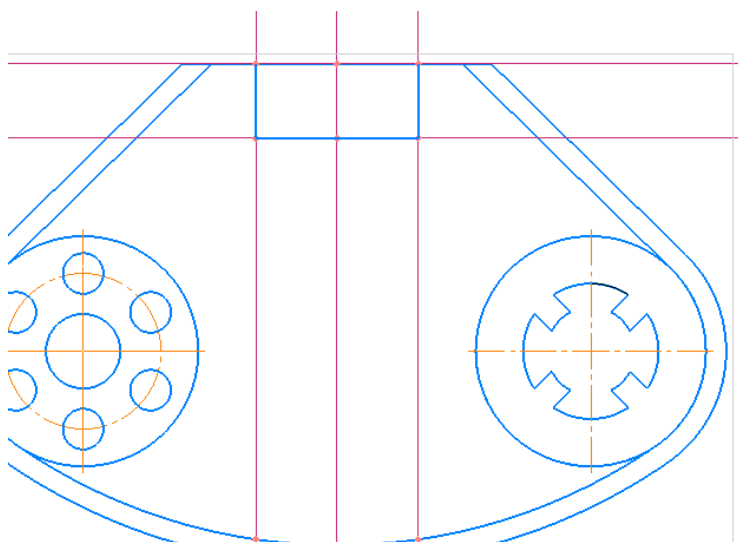


От вертикальной линии в обе стороны проводим параллельные линии на расстоянии 24

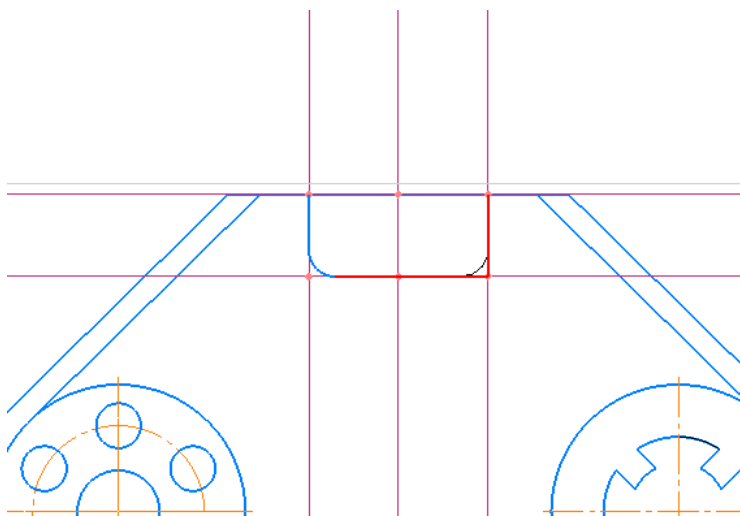
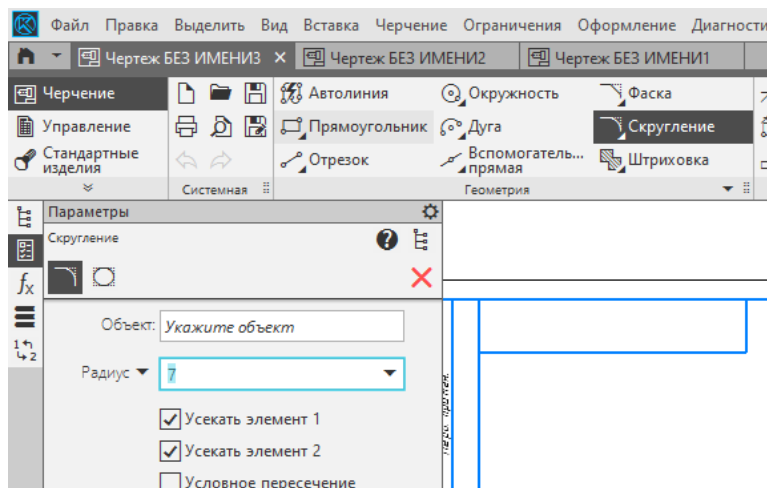


Обвести прямоугольник – команда ОТРЕЗОК, стиль линии - основная.

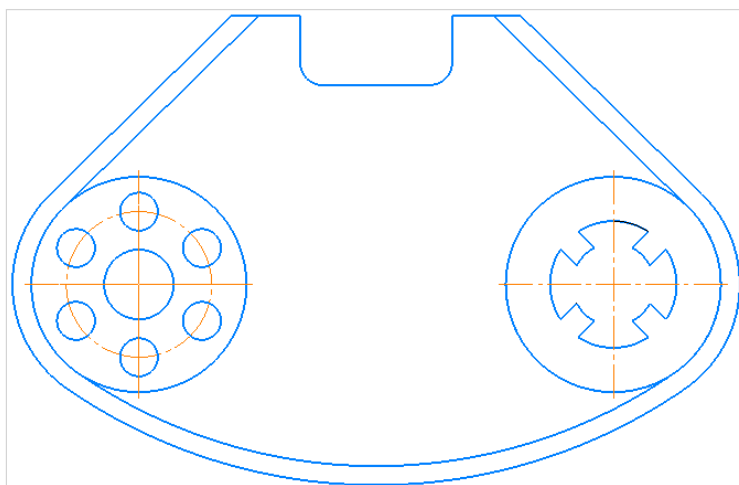
Провести центральную осевую.



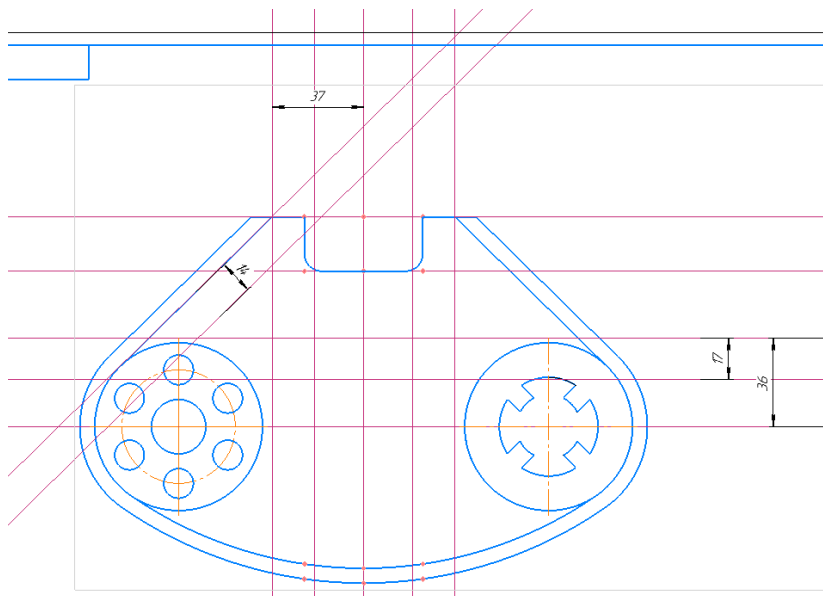
Выполнить сопряжение (СКРУГЛЕНИЕ) углов радиусом 7 мм.



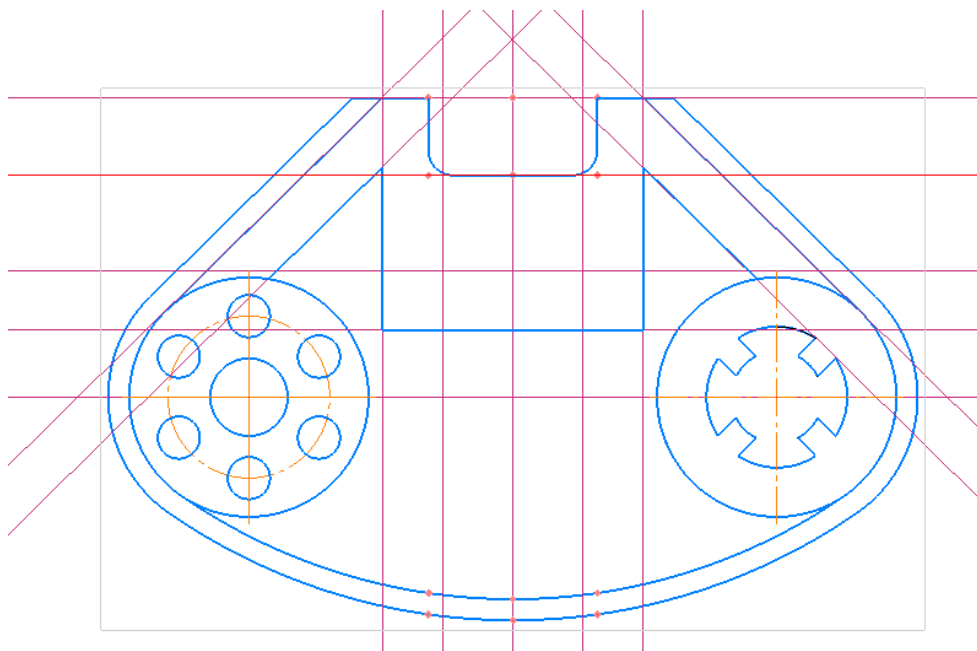
Удалить верхнюю горизонтальную линию – РЕДАКТИРОВАНИЕ – УСЕЧЬ КРИВУЮ.



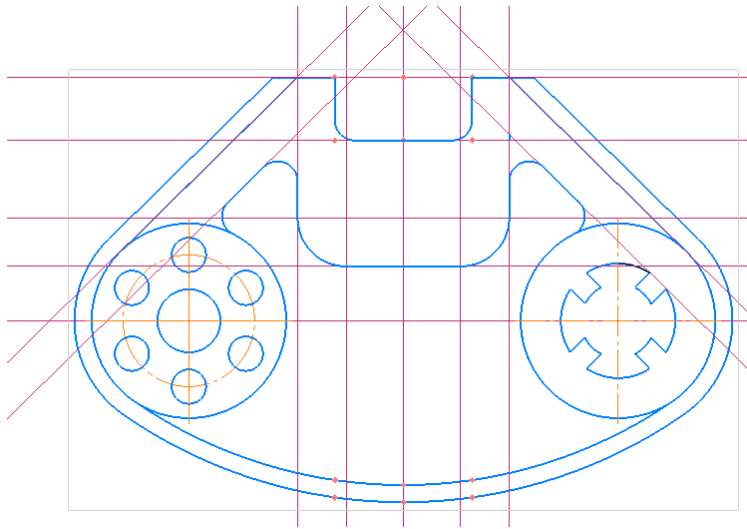
10. При помощи параллельных прямых задать расстояния 14, 37 ($74:2=37$), 17 и 36 для построения среднего элемента детали. Добавив нужные вспомогательные.



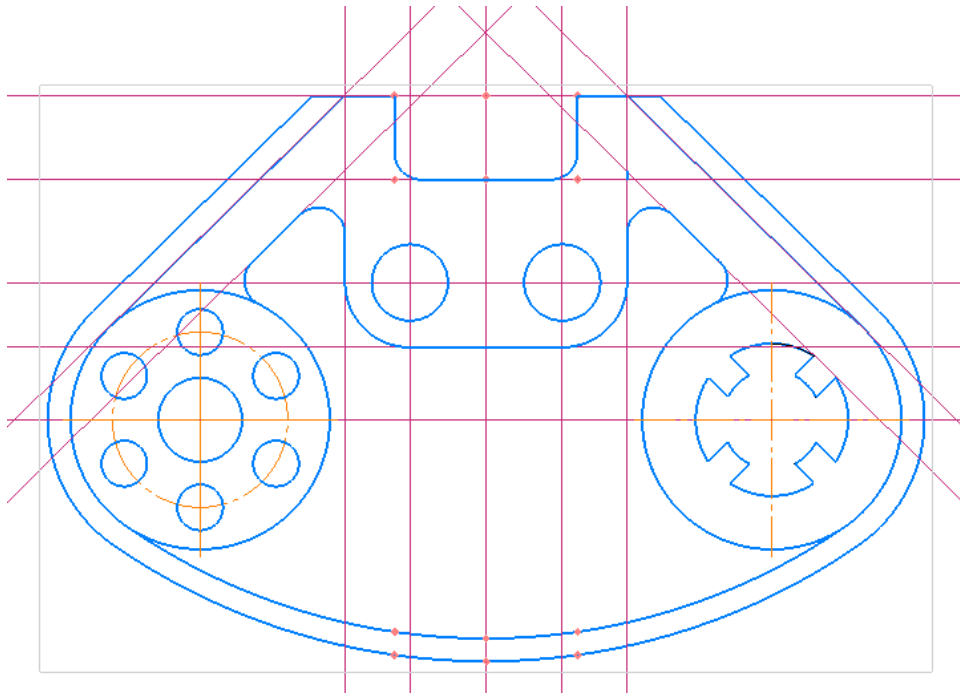
Обвести отрезком, стиль линии - основная.



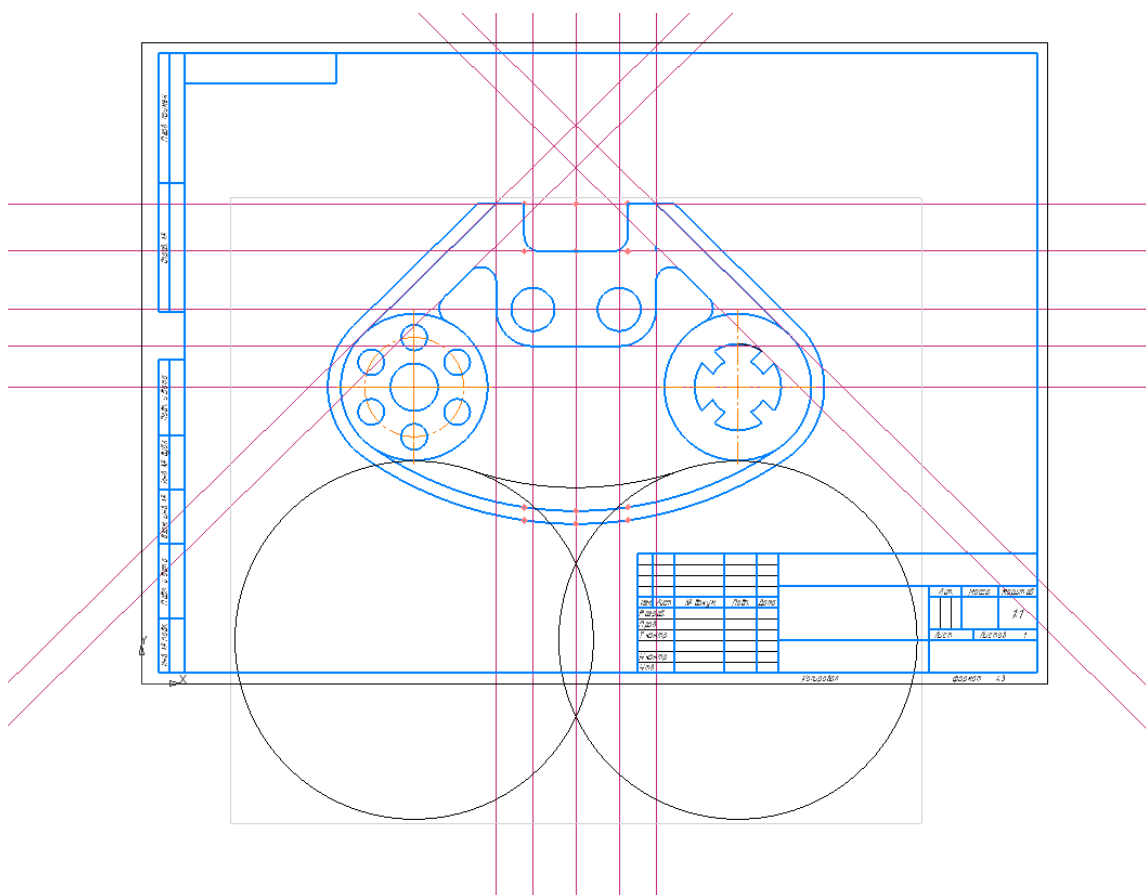
Используя команду СКРУГЛЕНИЕ, выполнить указанные сопряжения (7,7,17).



11. При помощи вспомогательных прямых определяем центры окружностей. Проводим окружности диаметром 20мм.

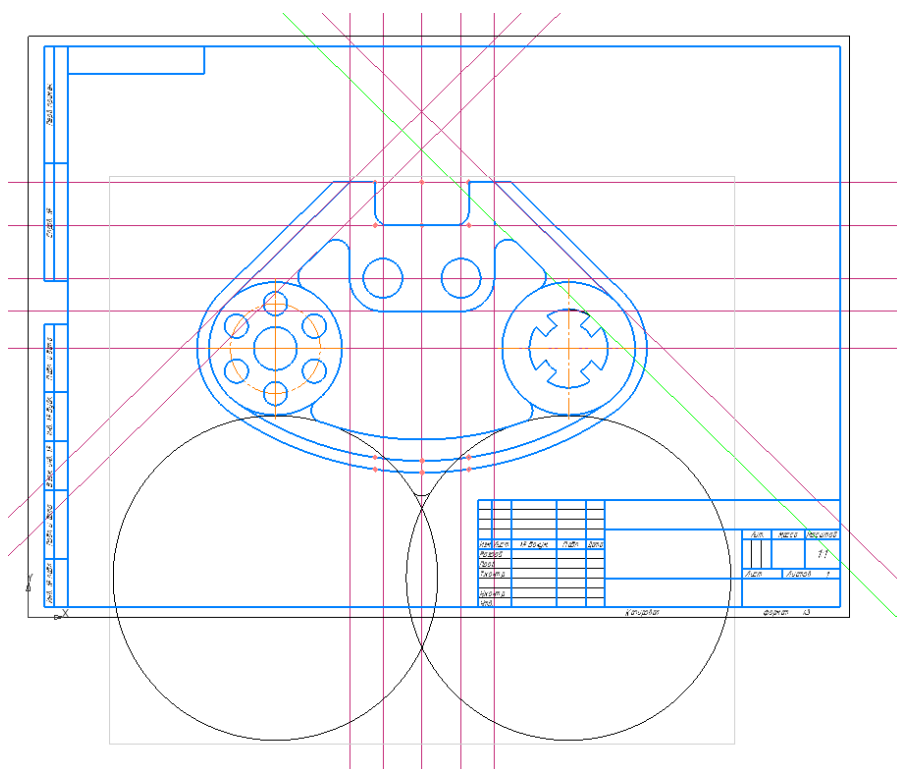


12. Для построения дуги радиусом 152мм. необходимо определить центр сопряжения окружностей радиусом 166. Для этого восстановим окружность радиусом 166, совместив нижний край окружности с дугой сопряжения. Выберем окружность с осями, стиль линии - вспомогательная.

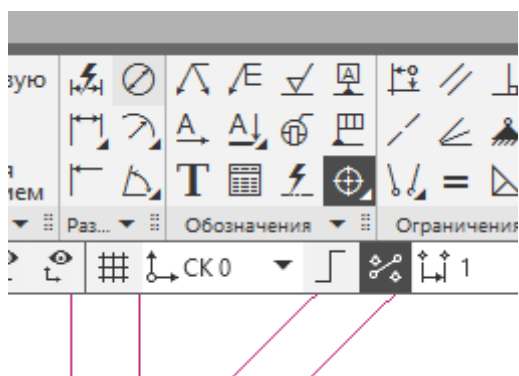


13. Выбираем команду ДУГА. В панели свойств задаем радиус дуги – 152 мм. Щелкнуть левой кнопкой мыши по найденному центру сопряжения. Появляется фантом дуги, выбрать направление построения дуги, например, по часовой стрелке, и щелкнуть поначалу и концу дуги.

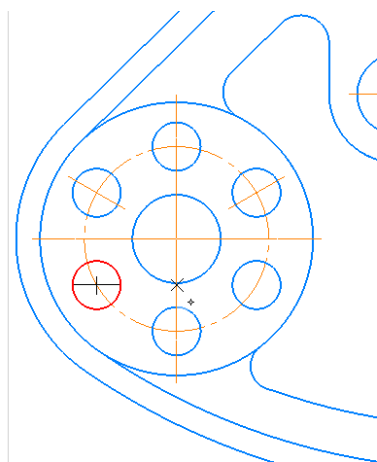
14. Выполнить сопряжение дуги и окружности радиусом 6, используя команду СКРУГЛЕНИЕ.



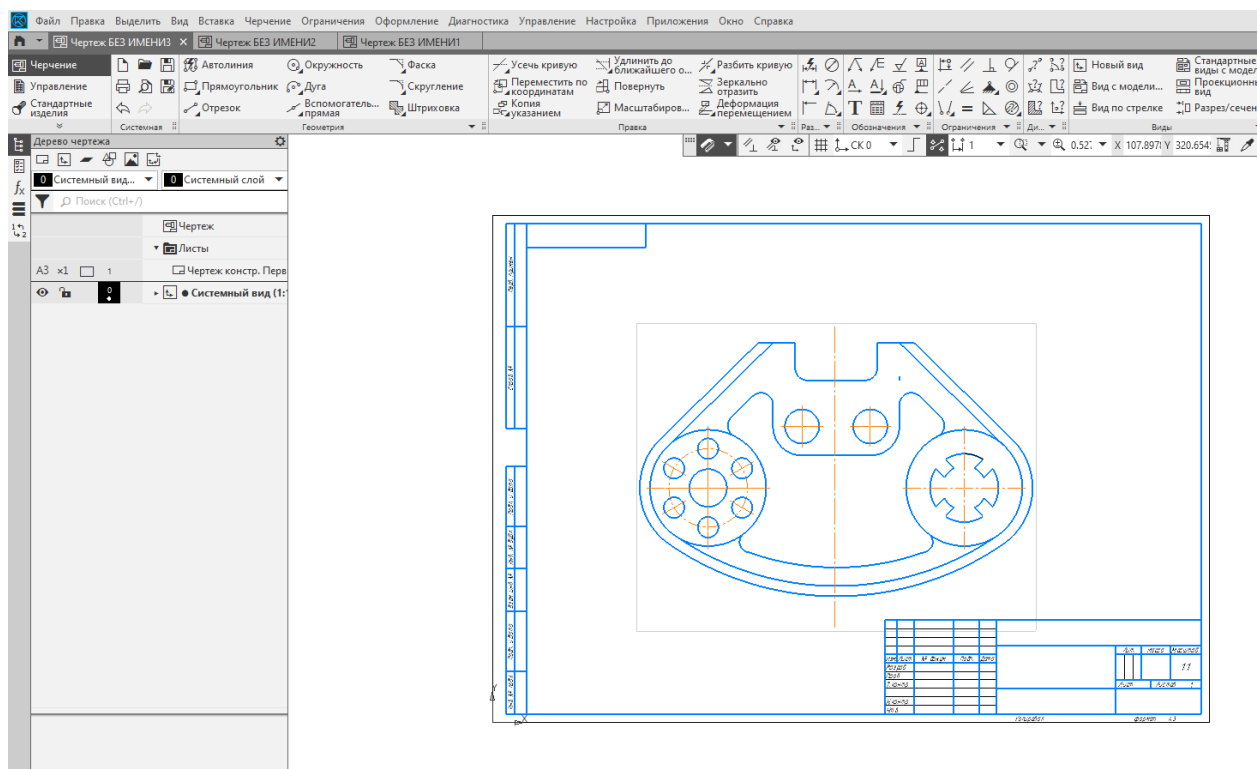
15. Выполнить оси на окружностях. В компактной панели выбираем **ОБОЗНАЧЕНИЕ - ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕНТРА**.



В панели свойств выбираем тип обозначения – одна ось.



Для задания направления необходимо щелкнуть по маленькой окружности диаметром 12, а затем по центру большой.



16. Проставить размеры. Для простановки размеров используем команды РАЗМЕРЫ - ЛИНЕЙНЫЙ РАЗМЕР, ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ РАЗМЕР, РАДИАЛЬНЫЙ РАЗМЕР, УГЛОВОЙ РАЗМЕР.

17. Заполнить основную надпись чертежа.

7.4 Примерный список вопросов, задаваемых на зачете

Обзор популярных систем автоматизированного проектирования (CAD)

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования.

Согласно принятым в 1980-х годах стандартам, САПР – это не просто некая программа, установленная на компьютере, это информационный комплекс, состоящий из аппаратного обеспечения (компьютера), программного обеспечения, описания способов и методов работы с системой, правил хранения данных и многого другого.

Однако, с приходом на отечественный рынок иностранных систем, широкое распространение получили аббревиатуры CAD (Computer Aided Design), которую можно перевести, как проектирование с

применением компьютера, и CAD system, которую можно перевести, как система для проектирования с помощью компьютера.

В настоящее время в среде специалистов по САПР многие термины утратили свой первоначальный смысл, а термин САПР теперь обозначает программу для автоматизированного проектирования. Другими словами, то, что раньше называлось ПО САПР или CAD-системой, теперь принято называть системой автоматизированного проектирования. Также можно встретить названия CAD-система, КАД-система, система САПР и многие другие, но все они обозначают одно – некую программу для автоматизированного проектирования.

На современном рынке существует большое количество САПР, которые решают разные задачи. В данном обзоре мы рассмотрим основные системы автоматизированного проектирования в области машиностроения.

Базовые и легкие САПР

Легкие системы САПР предназначены для 2D-проектирования и черчения, а также для создания отдельных трехмерных моделей без возможности работы со сборочными единицами.

AutoCAD

AutoCAD — это базовая САПР, разрабатываемая и поставляемая компанией Autodesk. AutoCAD – самая распространенная CAD-система в мире, позволяющая проектировать как в двумерной, так и трехмерной среде. С помощью AutoCAD можно строить 3D-модели, создавать и оформлять чертежи и многое другое. AutoCAD является платформенной САПР, т. е. эта система не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно

выполнять хоть строительные, хоть машиностроительные проекты, работать с изысканиями, электрикой и многим другим.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD обладает следующими отличительными особенностями:

- де-факто стандарт в мире САПР;
- широкие возможности настройки и адаптации;
- средства создания приложений на встроенных языках (AutoLISP и пр.) и с применением API;
- обилие приложений от сторонних разработчиков.

Кроме того, Autodesk разрабатывает вертикальные версии программы: AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей направленности.

BricsCAD

В настоящее время на рынке появился целый ряд систем, которые позиционируются, как альтернатива AutoCAD. Среди них можно отдельно отметить BricsCAD, которая сочетает в себе инструменты для создания чертежей, функции вариационного моделирования и открытый API для работы со сторонними приложениями.

Особенности BricsCAD:

- активное развитие;
- прямая поддержка формата DWG;
- полная совместимость с AutoCAD;
- поддержка BIM-технологий.

КОМПАС-График

К счастью, на отечественном рынке присутствуют не только зарубежные разработчики. Одной из самых популярных российских программ для создания чертежей и автоматической генерации проектной и конструкторской документации можно считать КОМПАС-График – разработку компании «Топ Системы». Важно отметить, что этот продукт идеально сочетается практически с любой САД-системой, поэтому может служить хорошим дополнением вашей 3D-САПР.

Среди особенностей решения КОМПАС-График можно отметить:

- поддержку ЕСКД, СПДС и других распространенных российских и мировых стандартов;
- большой спектр выпускаемой документации, которая может потребоваться для производства и дальнейшего использования изделий;
- наборы инструментов для машиностроения и строительства, которые помогают автоматизировать значительную часть задач, типичных для данных отраслей;
- поддержку файлов всех распространенных форматов для простого обмена данными с другими системами.

Ну и, конечно, не стоит забывать о стабильности работы решения, которое гарантированно останется с вами, поскольку является полностью российской разработкой.

nanoCAD

nanoCAD – еще одна российская разработка, которая понравится тем, кто привык работать в AutoCAD. Её интерфейс окажется привычным для всех пользователей зарубежной САПР.

К особенностям платформы nanoCAD можно отнести:

- поддержку внешних приложений для AutoCAD;
- большой набор модулей для решения разных проектных задач;
- оформление КД в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС;
- поддержку популярных САПР-форматов.

САПР среднего уровня

Средние системы САПР — это программы для 3D-моделирования изделий, проведения расчетов, автоматизации проектирования электрических, гидравлических и прочих вспомогательных систем. Данные в таких системах могут храниться как в обычной файловой системе, так и в единой среде электронного документооборота и управления данными (PDM- и PLM-системах). Часто в системах среднего класса присутствуют программы для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ (CAM-системы) и другие программы для технологического проектирования.

САПР среднего уровня – самые популярные системы на рынке. Они оптимальны с точки зрения соотношения цены и функциональности, способны решить подавляющее число проектных задач и удовлетворить потребности большей части клиентов.

T-FLEX CAD

Одна из самых мощных отечественных САПР среднего уровня, построенная на основе лицензионного трехмерного ядра Parasolid. Благодаря этой особенности T-FLEX CAD является наиболее удачным выбором при переходе на российский софт для тех, кто работал с системами NX, SolidWorks и SolidEdge, использующих это же ядро. T-FLEX CAD содержит профессиональные инструменты для создания параметрических моделей и чертежей, оптимизации, анализа изделий и создания пакета КД.

Отличительные черты системы:

- мощнейшие инструменты параметризации эскизов, деталей и сборок, многие из которых являются уникальными даже для зарубежных САПР, поскольку не требуют навыков программирования;

- продвинутые средства трехмерного моделирования, поддерживающие стабильную работу даже со сложными сборками из сотен тысяч компонентов;
- интеллектуальные инструменты для расчета и оптимизации конструкций;
- огромный набор бесплатных библиотек типовых и стандартных элементов, ускоряющих процесс проектирования;
- простой механизм создания приложений для автоматизации конкретных задач предприятия без использования программирования;
- возможность совместной работы над проектом множества специалистов, своевременное внесение и журналирование изменений документов;
- интеграция с программами комплекса T-FLEX PLM.

Сегодня T-FLEX CAD используют в основном крупные предприятия авиастроительной отрасли, что много говорит о его производительности и выдающейся функциональности.

КОМПАС-3D

КОМПАС-3D – это еще одна российская система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в сфере машиностроения, приборостроения и строительства. САПР принадлежит компании АСКОН и является, наверно, самой популярной отечественной разработкой в области проектирования.

К преимуществам системы КОМПАС-3D относятся:

- простой и понятный интерфейс, позволяющий максимально быстро изучить продукт;
- использование в основе трехмерного ядра и технологий параметризации собственной разработки;
- полная поддержка ГОСТ, ЕСКД, СПДС и других российских и мировых стандартов при проектировании и оформлении

документации, а также возможность автоматической проверки проекта на соответствие им;

- расширения со специальными инструментами и наборами стандартных компонентов для машиностроения, строительства и приборостроения, значительно ускоряющие проектирование;
- большой выбор приложений для разных разделов проекта, позволяющих собрать индивидуальную конфигурацию решения для каждой компании;
- простая интеграция с любыми PLM-системами, присутствующими на рынке.

Autodesk Inventor

Профессиональный комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации от компании Autodesk.

Среди особенностей Inventor стоит отметить:

- продвинутые инструменты трехмерного моделирования;
- поддержку прямого импорта геометрии из других САПР с сохранением ассоциативной связи;
- поддержку отечественных стандартов при проведении расчетов, моделировании и оформлении документации;
- библиотеки стандартных и часто используемых элементов;
- обилие мастеров проектирования типовых узлов и конструкций;

SolidWorks

Трехмерный программный комплекс для автоматизации конструкторских работ промышленного предприятия. Разработчик – компания Dassault Systemes.

Черты системы, выгодно отличающие ее от других CAD:

- продуманный интерфейс пользователя, ставший образцом для подражания;

- обилие надстроек для решения узкоспециализированных задач;
- ориентация как на конструкторскую, так и на технологическую подготовку производства;
- библиотеки стандартных элементов;
- распознавание и параметризация импортированной геометрии;
- интеграция с системой SolidWorks PDM.

SolidEdge

Система трехмерного моделирования машиностроительных изделий, которую разрабатывает Siemens PLM Software.

Среди преимуществ системы можно выделить:

- комбинацию технологий параметрического моделирования на основе конструктивных элементов и дерева построения с технологией прямого моделирования в рамках одной модели;
- расчетные среды, включая технологию генеративного дизайна;
- поддержку ЕСКД при оформлении документации;
- расширенные возможности проектирования литых деталей и оснастки для их изготовления;
- встроенный модуль автоматизированного создания схем и диаграмм;
- тесную интеграцию с Microsoft SharePoint и PLM-системой Teamcenter для совместной работы и управления данными.

Тяжелые САПР

Тяжелые САПР предназначены для работы со сложными изделиями (большие сборки в авиастроении, кораблестроении и пр.) Функционально они делают все то же самое, что и средние системы, но в них заложена совершенно другая архитектура и алгоритмы работы.

PTC Creo

Система 2D- и 3D-параметрического проектирования сложных изделий от компании PTC. САПР PTC Creo широко используется в самых разных областях проектирования.

Выгодные отличия системы от конкурирующих решений:

- эффективная работа с большими и очень большими сборками;
- моделирование на основе истории и инструменты прямого моделирования
- работа со сложными поверхностями;
- возможность масштабирования функциональности системы в зависимости от потребностей пользователя;
- разные представления единой, централизованной модели, разрабатываемой в системе;
- тесная интеграция с PLM-системой PTC Windchill.
-

NX

NX – флагманская система САПР производства компании Siemens PLM Software, которая используется для разработки сложных изделий, включающих элементы со сложной формой и плотной компоновкой большого количества составных частей.

Ключевые особенности NX:

- поддержка разных операционных систем, включая UNIX, Linux, Mac OS X и Windows;
- одновременная работа большого числа пользователей в рамках одного проекта;
- полнофункциональное решение для моделирования;
- продвинутые инструменты промышленного дизайна (свободные формы, параметрические поверхности, динамический рендеринг);
- инструменты моделирования поведения мехатронных систем;

- глубокая интеграция с PLM-системой Teamcenter.

CATIA

Система автоматизированного проектирования от компании Dassault Systemes, ориентированная на проектирование сложных комплексных изделий, в первую очередь, в области авиастроения и кораблестроения.

Отличительные особенности:

- де-факто стандарт в авиастроении;
- ориентация на работу с моделями сложных форм;
- глубокая интеграция с расчетными и технологическими системами;
- возможности для коллективной работы тысяч пользователей над одним проектом;
- поддержка междисциплинарной разработки систем.

Облачные САПР

В последнее время активно начали развиваться облачные САПР, которые работают в виртуальной вычислительной среде, а не на локальном компьютере. Доступ к ним осуществляется либо через специальное приложение, либо через обычный браузер.

Неоспоримое преимущество таких систем – возможность их использования на слабых компьютерах, так как вся работа происходит в облаке.

Облачные САПР активно развиваются, и если несколько лет назад их можно было отнести к легким САПР, то теперь они прочно обосновались в категории средних.

Fusion 360

САПР Fusion 360 ориентирована на решение широкого круга задач, начиная от простого моделирования и заканчивая проведением сложных расчетов. Разработчик системы – компания Autodesk.

Особенности Fusion 360:

- продвинутый интерфейс пользователя;
- сочетание разных методов моделирования;
- продвинутые инструменты работы со сборками;
- возможность работы в онлайн и оффлайн режимах (при наличии и отсутствии постоянного подключения к сети интернет);
- доступная стоимость приобретения и содержания;
- расчеты, оптимизация, визуализация моделей;
- встроенная САМ-система;
- возможности прямого вывода моделей на 3D-печать.

Onshape

Полностью облачная САПР Onshape разрабатывается компанией Onshape.

На что стоит обратить внимание при выборе Onshape:

- доступ к программе через браузер или мобильные приложения;
- работа только в режиме онлайн;
- узкая направленность на машиностроительное проектирование;
- полный набор функций для моделирования изделий машиностроения;
- контроль версий создаваемых проектов;
- поддержка языка FeatureScript для создания собственных приложений на основе Onshape.

7.5 Примерный список вопросов, включенных в экзаменационные билеты

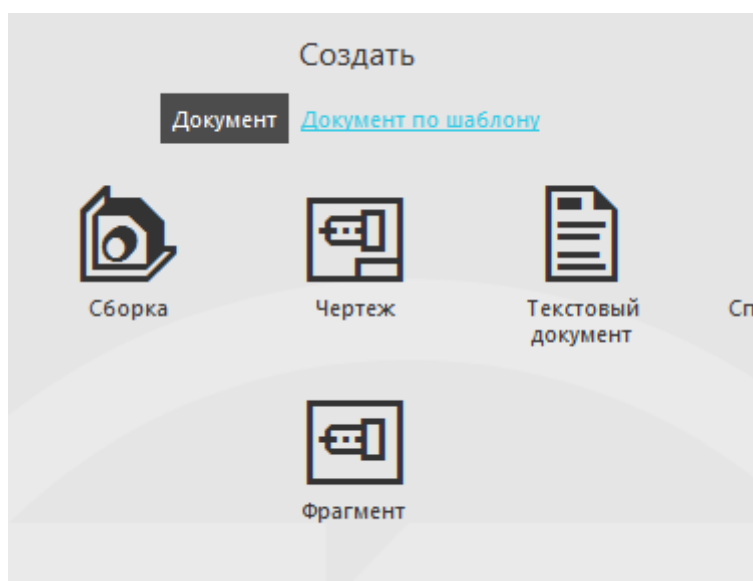
Практическая работа. Вычерчивание контура детали с делением окружности на равные части.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.

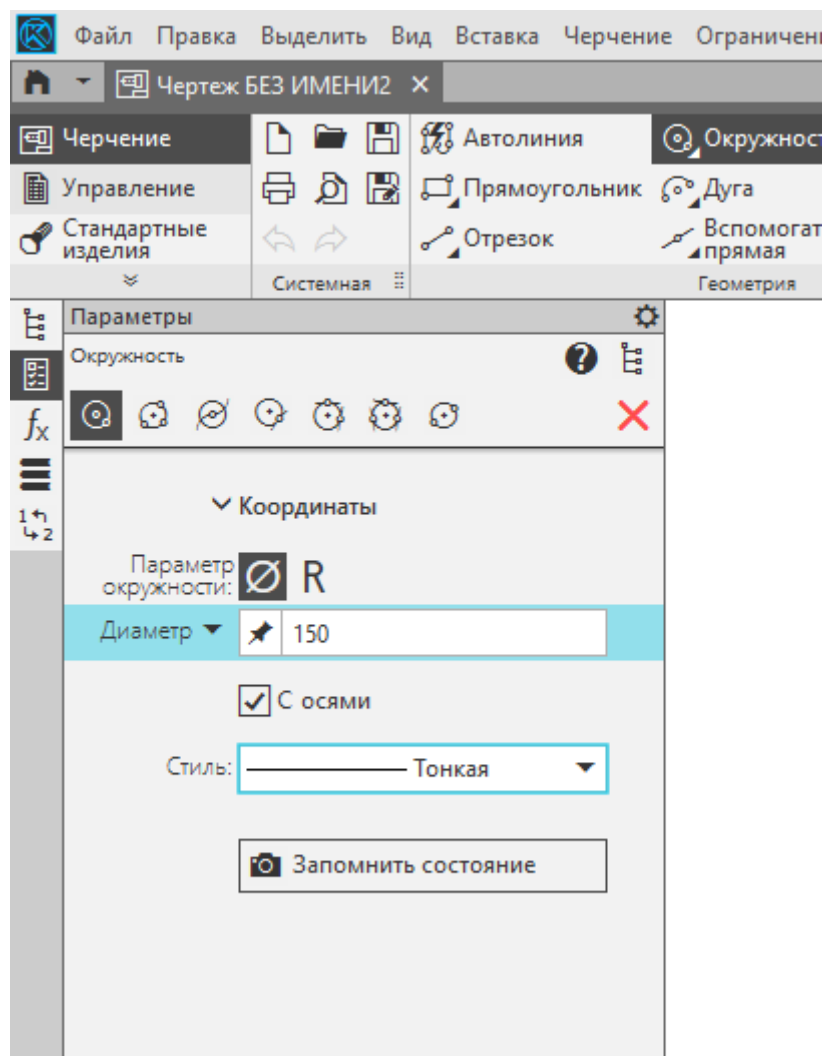
1. Анализ формы чертежа.
2. Определение размеров поверхностей
3. Определение последовательности построения.
4. Выполнение построений.
5. Простановка размеров
6. Заполнение основной надписи

Построение чертежа.

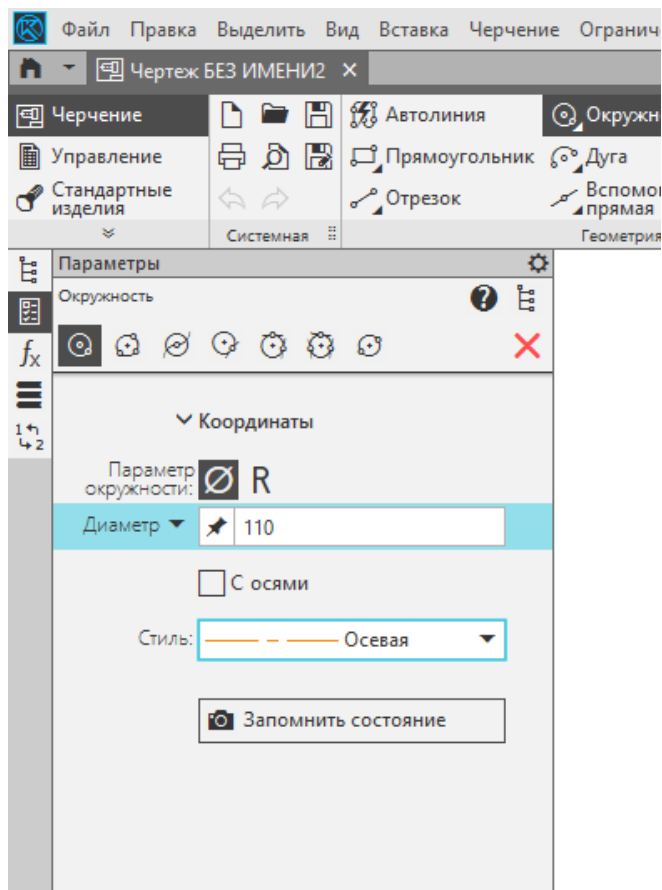
1. Создаем документ - Чертеж



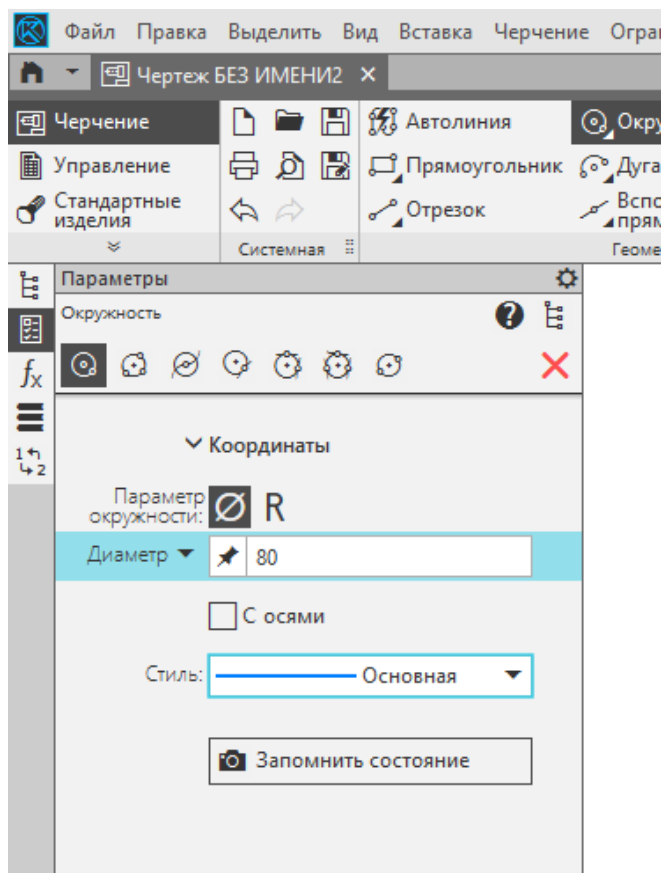
2. Выбор формата - А4, вертикальный (он будет по умолчанию)



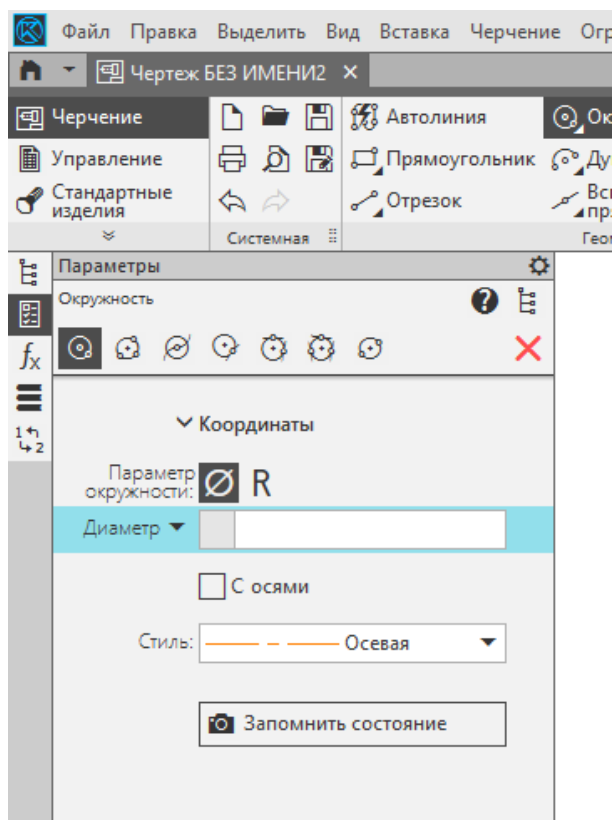
Вторая окружность – диаметр 110, стиль линии - осевая;



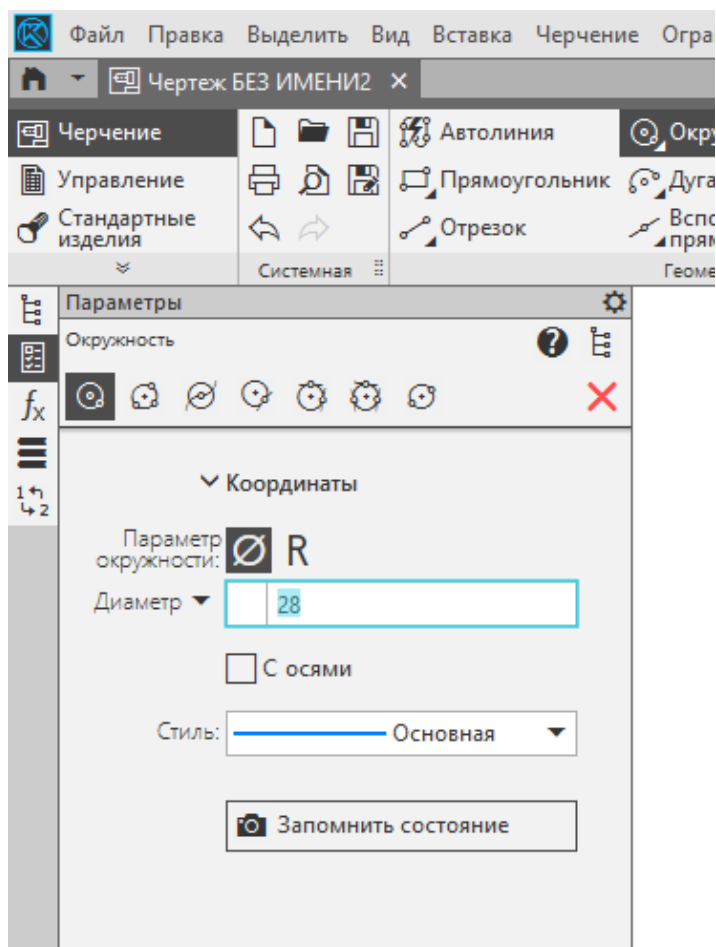
Третья - диаметр 80, стиль линии - основная;

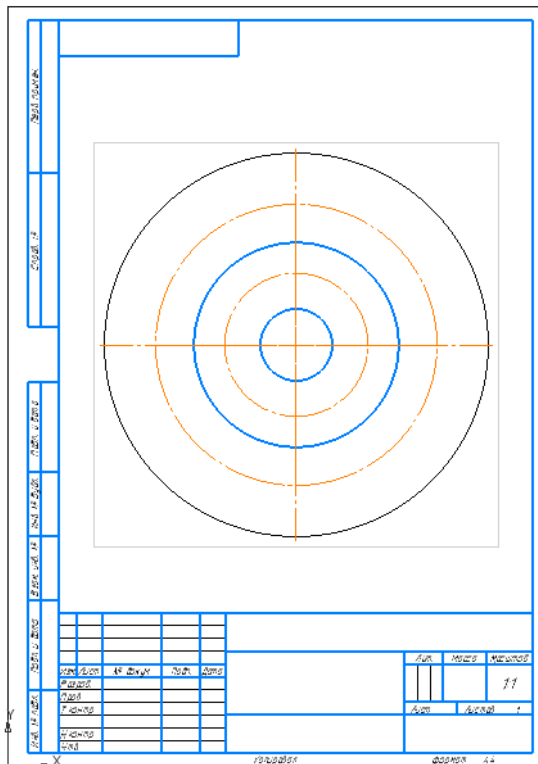


Четвертая - диаметр 56, стиль линии - осевая;



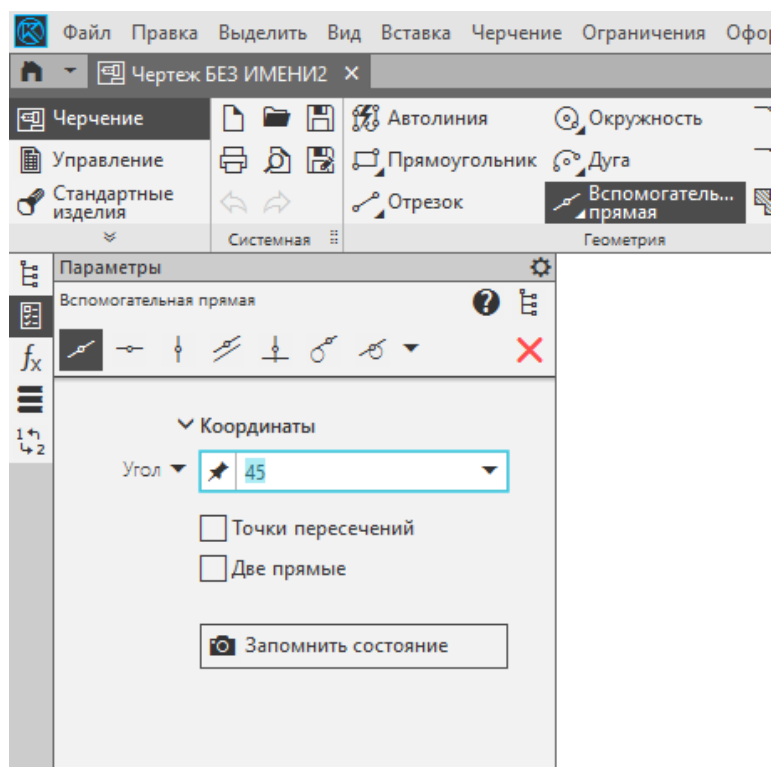
Пятая - диаметр 28, стиль линии - основная.



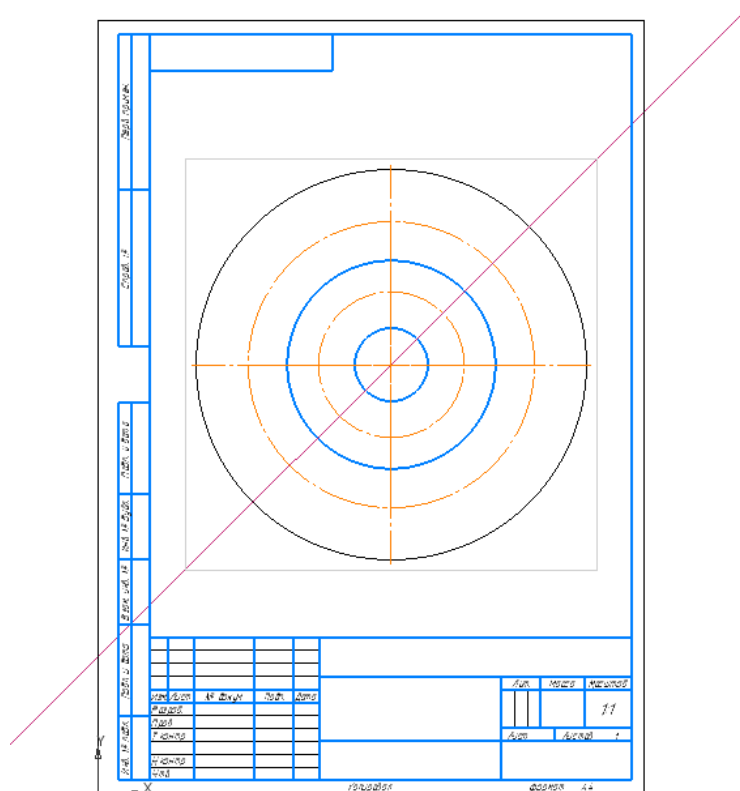


4. Начертим на окружности диаметром 56 мм четыре окружности диаметром 10 мм.

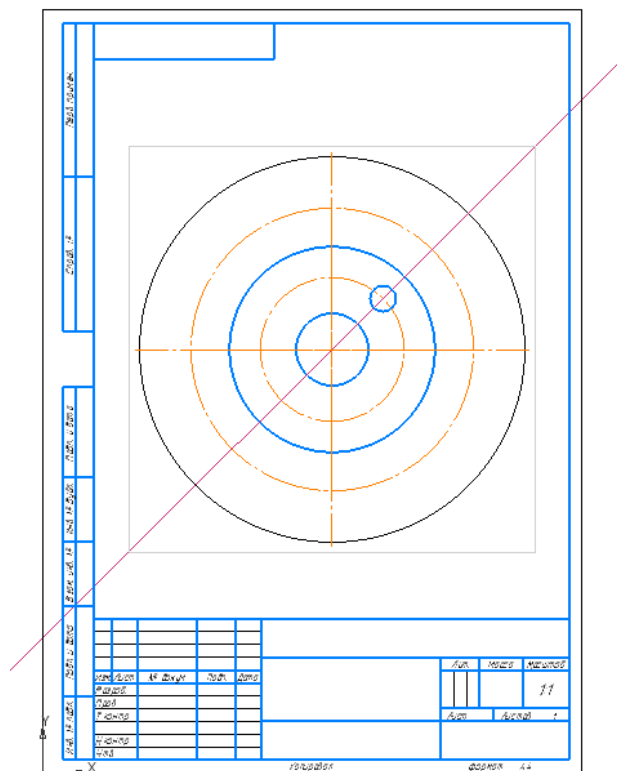
Для этого в инструментальной панели выберем команду **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРЯМЫЕ**. Зададим на панели свойств угол наклона прямой – 45 градусов



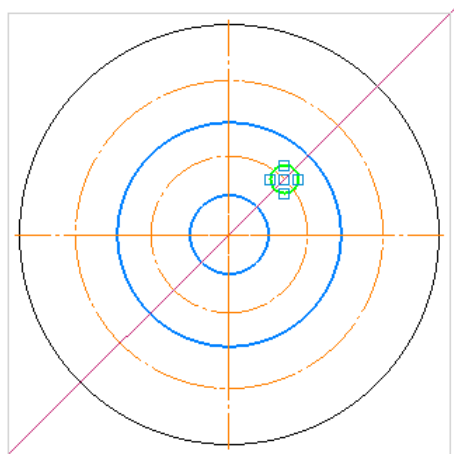
и установим ее в центре, на пересечении центровых.



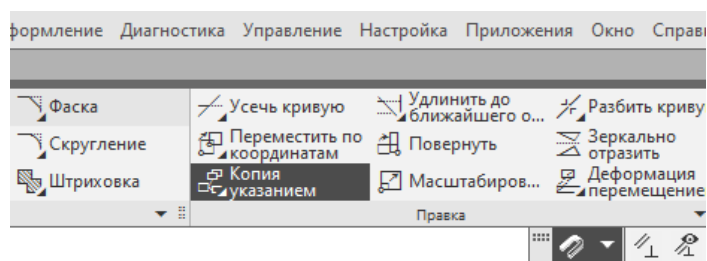
Начертим окружность диаметром 10 мм.



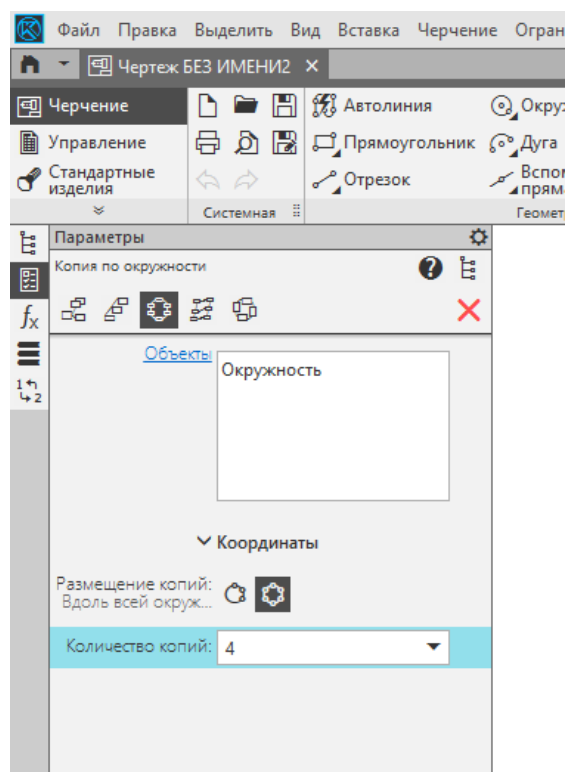
5. Выделим окружность диаметром 10 мм, щелкнув по ней левой кнопкой мыши.



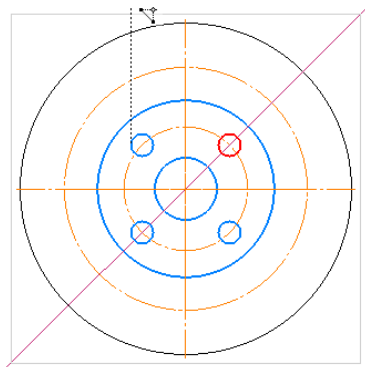
В главном меню выбираем вкладку ПРАВКА – КОПИЯ УКАЗАНИЕМ



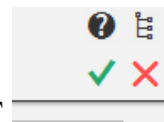
далее – КОПИЯ – ПО ОКРУЖНОСТИ, размещение копий выбираем – ВДОЛЬ ВСЕЙ ОКРУЖНОСТИ. КОЛИЧЕСТВО КОПИЙ ЗАДАЕМ 4



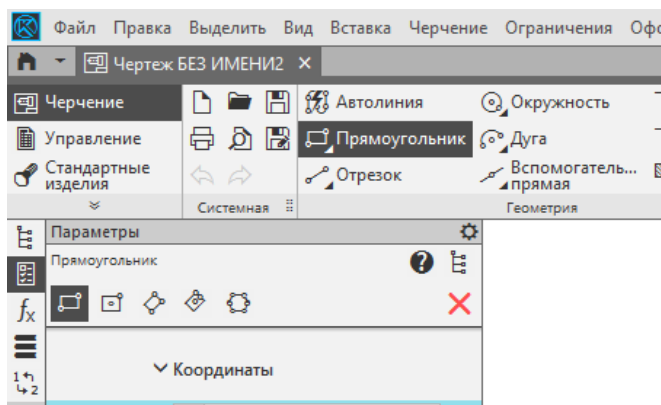
Щелкаем мышью в пересечение центровых линий, окружности появились



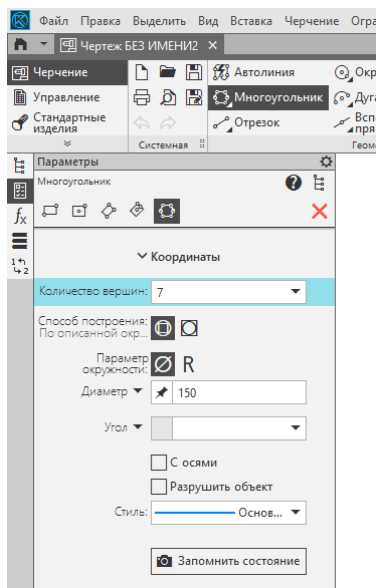
Сохраняем результат, щелкнув по ярлыку– СОЗДАТЬ ОБЪЕКТ



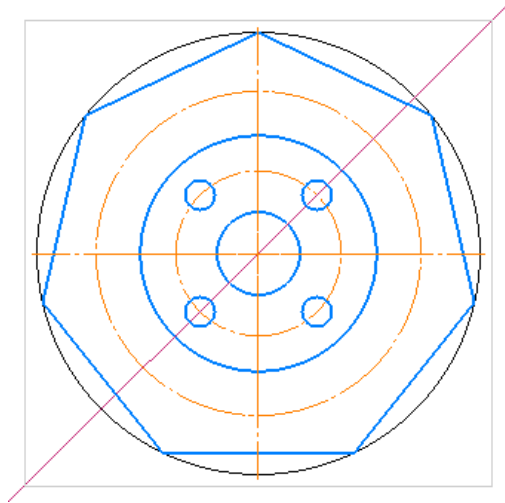
6. Впишем в окружность диаметром 150мм равносторонний семиугольник. Для этого в панели ГЕОМЕТРИЯ выбираем команду – ПРЯМОУГОЛЬНИК.



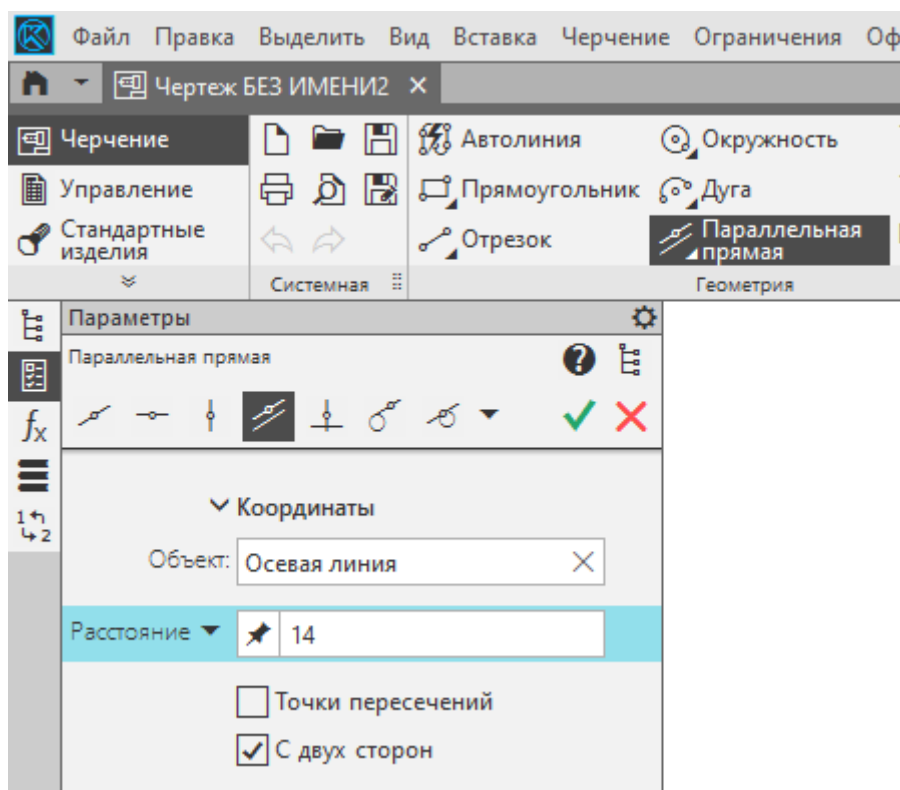
Выбираем из предложенных команд – МНОГОУГОЛЬНИК. На панели свойств задаем следующие параметры: количество вершин -7, по описанной окружности, диаметр 150.



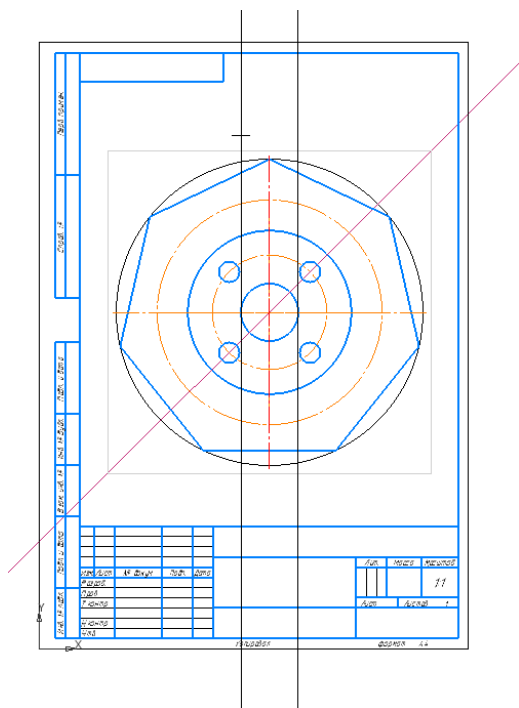
Щелкнув по центру окружности, разворачиваем многоугольник в заданном положении.



7. Начертим контур выреза. Для этого при помощи команды параллельные прямые зададим расстояние -28, отложив его от вертикальной центровой. На панели свойств следует набрать расстояние 14.

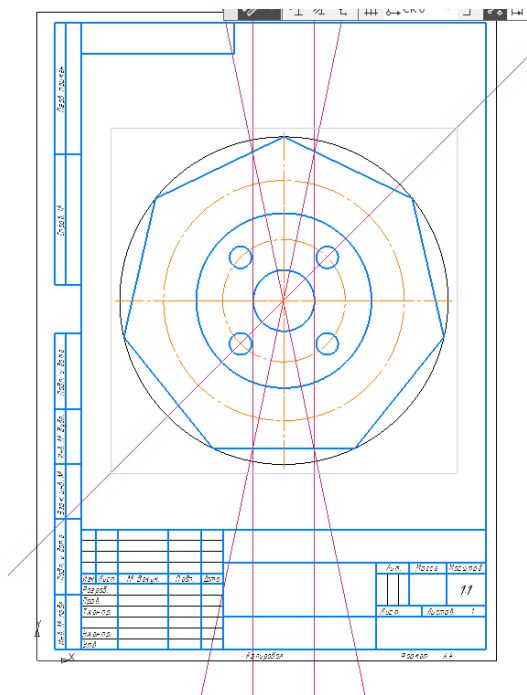


Щёлкнем мышью по вертикальной центровой линии, появились вспомогательные линии

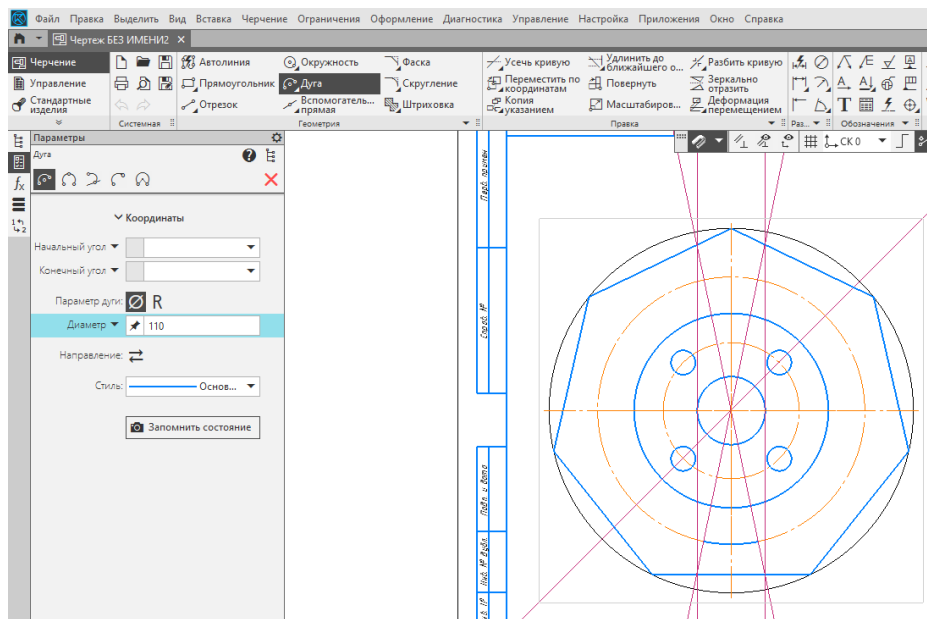


Через центр и пересечение только что появившихся вспомогательных проводим еще несколько прямых вспомогательных, создавая рисунок будущего контура.

Через точки пересечения окружности с параллельными прямыми, проведем две тонкие линии к центру окружности.

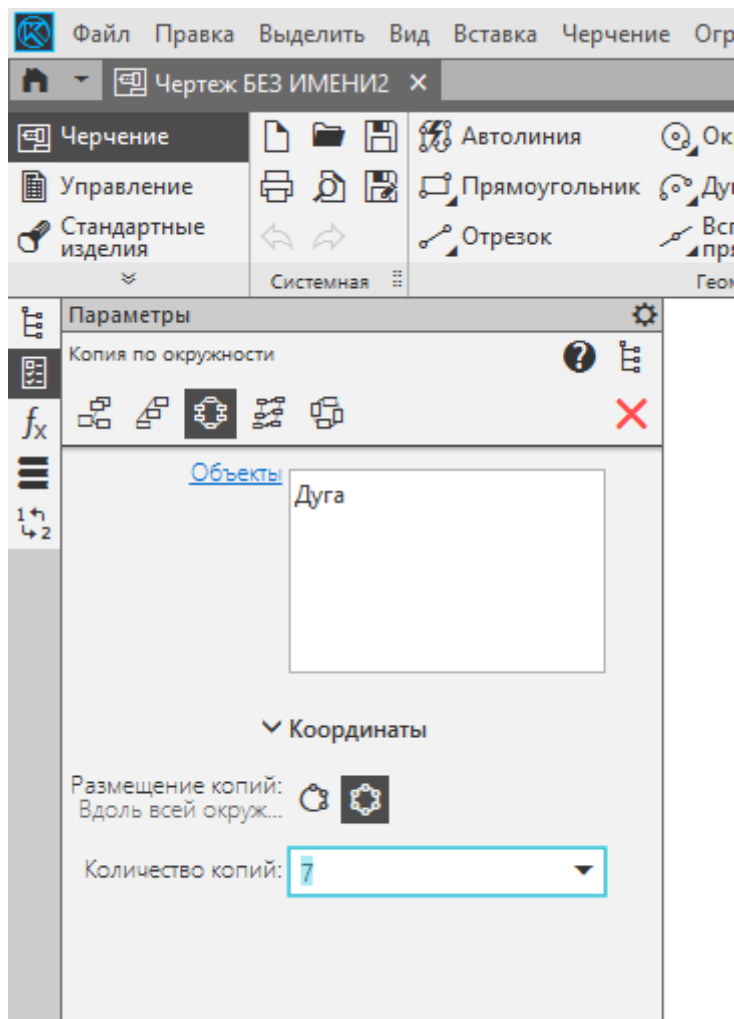


Используя команду ДУГА, начертим дугу в нижней части детали. На панели свойств указать – диаметр 110, и провести в заданном месте дугу.

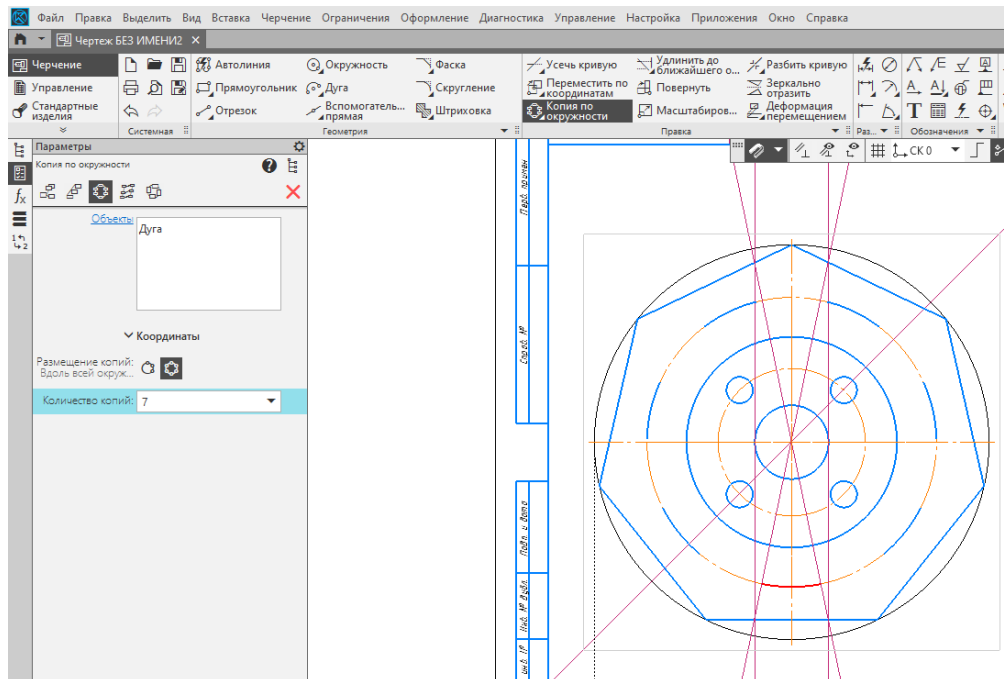
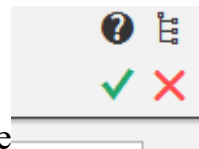


8. Скопируем дугу. Для этого используем последовательность команд как при копировании окружностей.

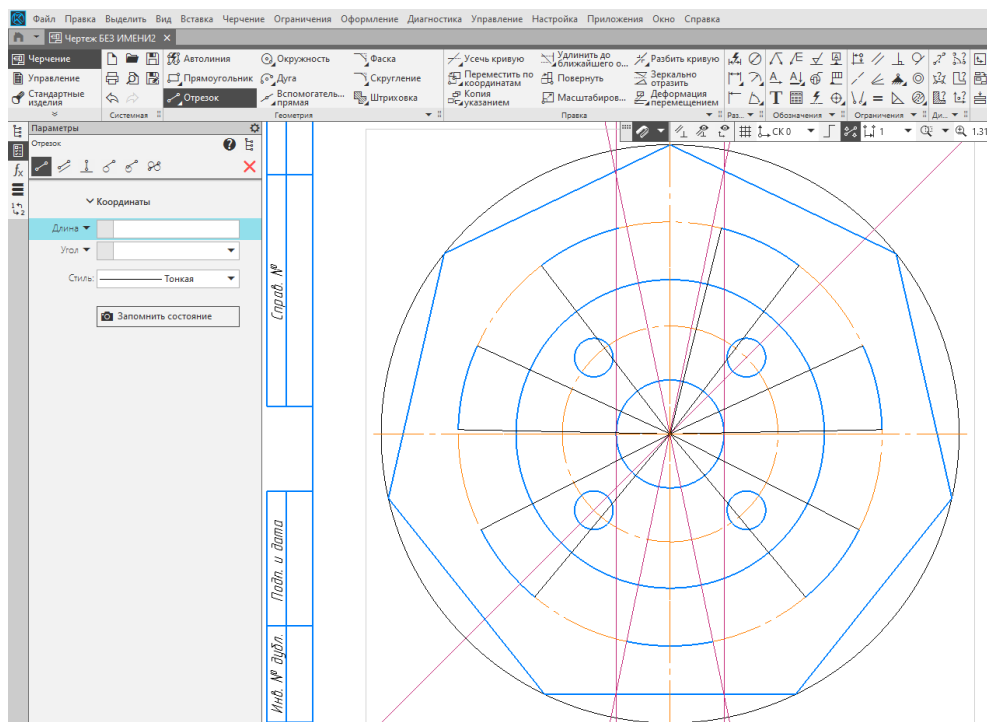
На панели свойств указать – количество копий 7, режим - вдоль всей окружности.



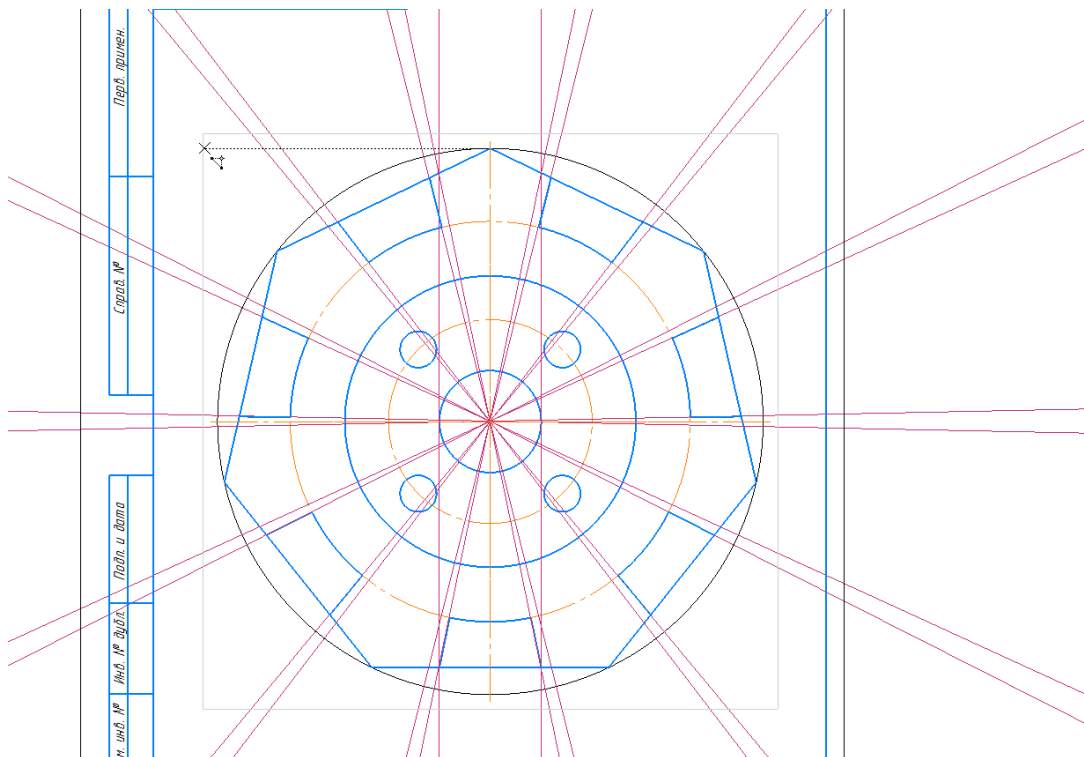
Щелкаем в пересечение центровых. Подтверждаем действие



9. Используя команду ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ, из центра окружности провести линии, через указанные дуги. Желательно каждую дугу делать в два этапа отдельно. Обведя контур от дуги основной линией, удалить вспомогательную (чтобы не запутаться) и приступить к следующей дуге.

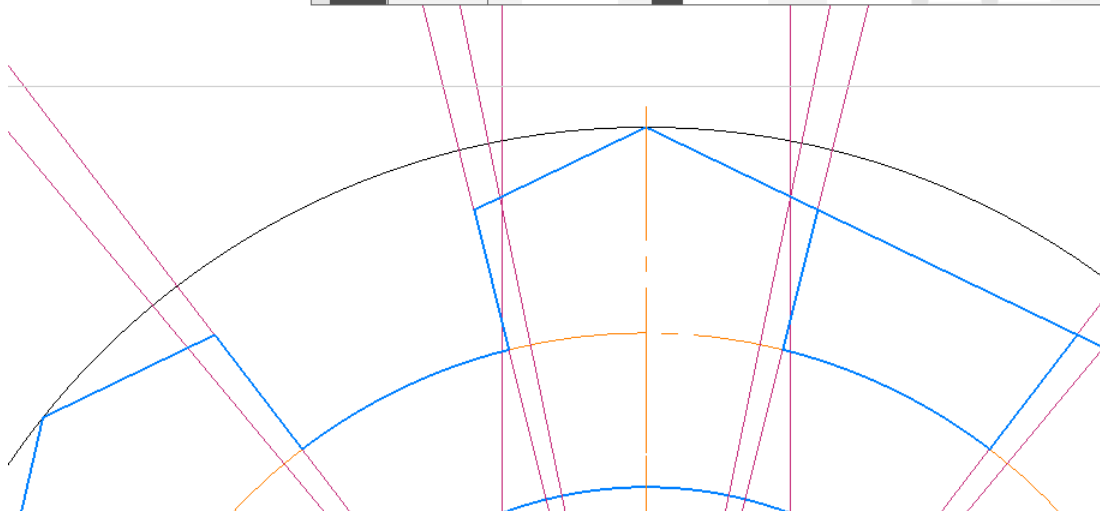
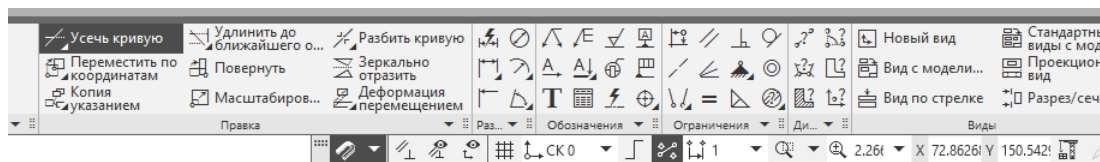


Обвести нужные элементы. Команда ОТРЕЗОК, стиль линии – основная.

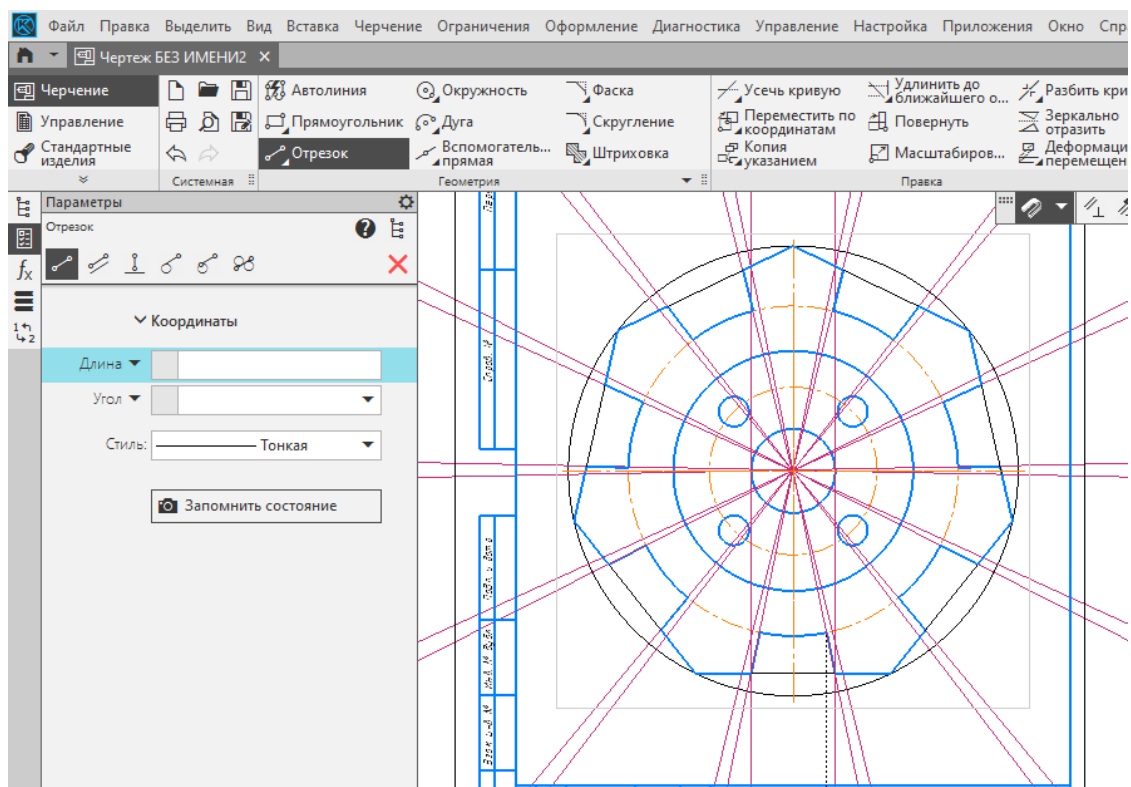


10. Удалить элементы между выступами. Для этого в компактной панели активируем вкладку РЕДАКТИРОВАНИЕ . В ней выбираем команду УСЕЧЬ КРИВУЮ .

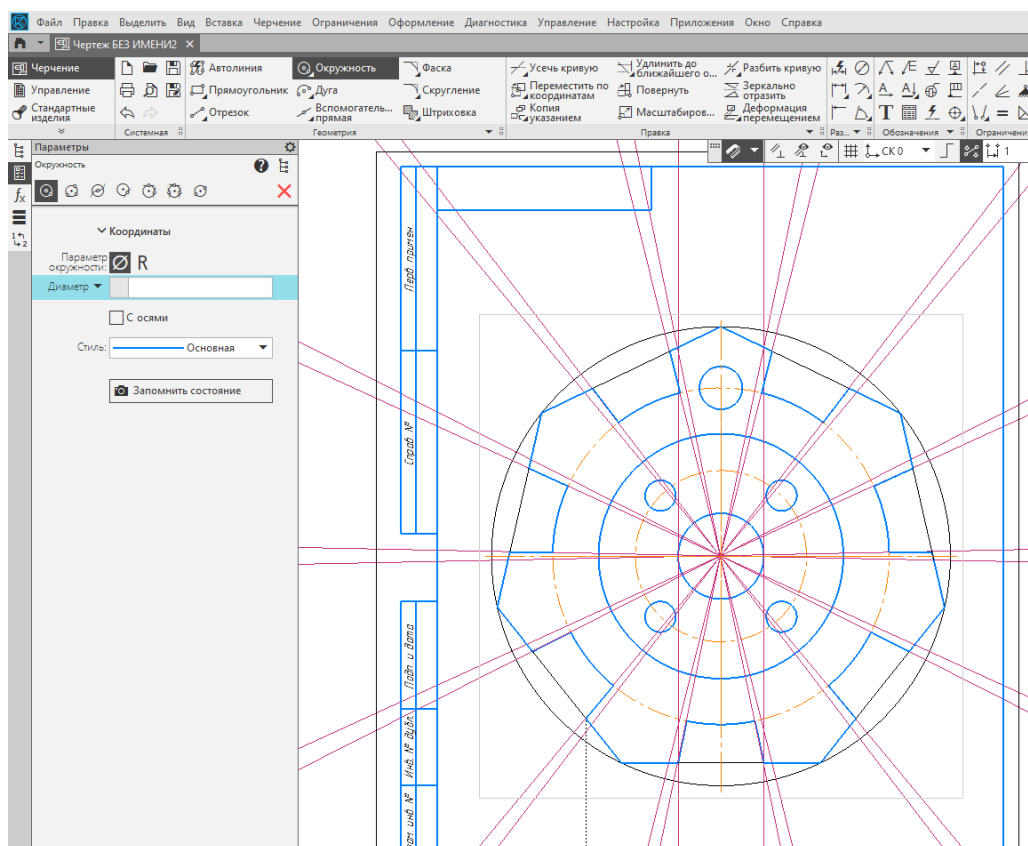
Удаляем лишние элементы, щелкнув по нужной части линии мышью.



11. Довести линии между элементами. Команда ОТРЕЗОК, стиль линии – тонкая.

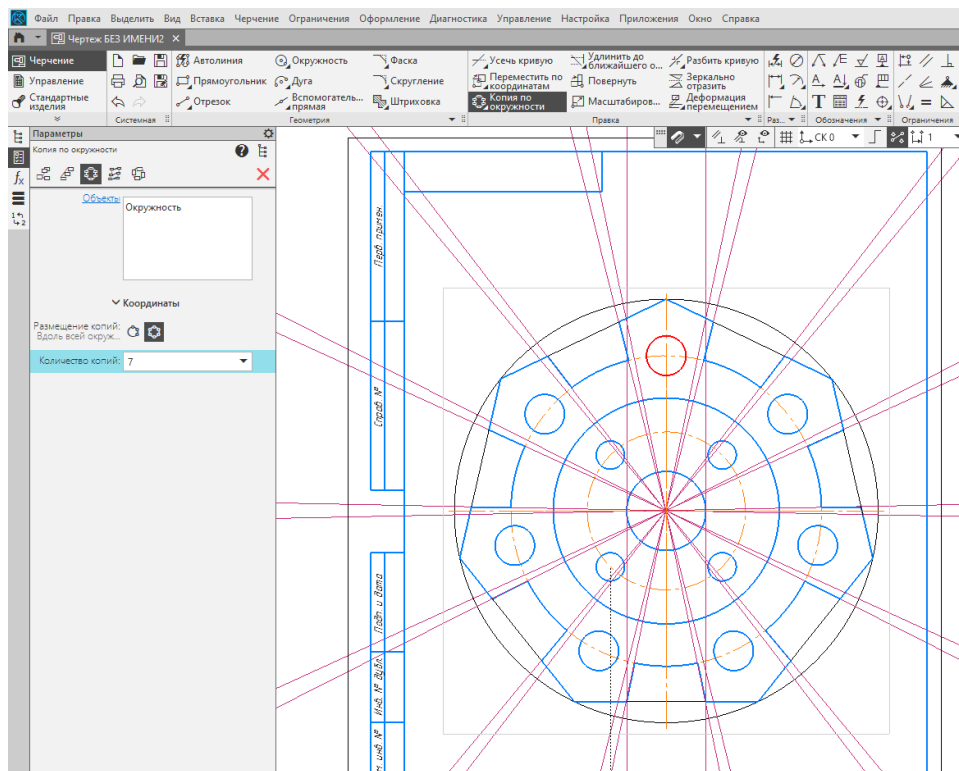


12. Начертить окружности диаметром 14мм,

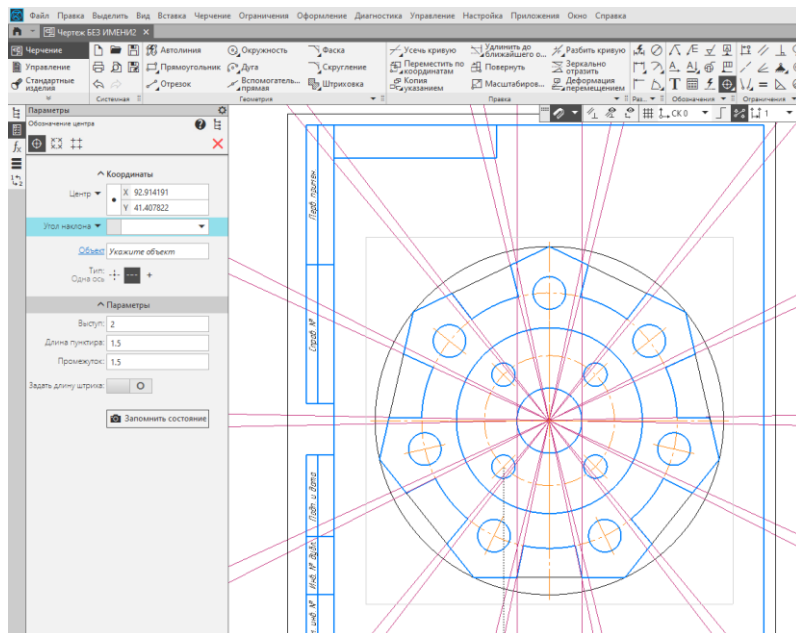


используя последовательность

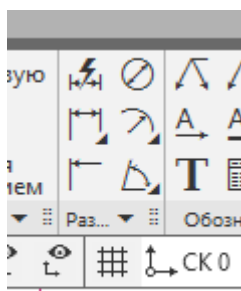
команд - выделить окружность - РЕДАКТОР – КОПИЯ – ПО ОКРУЖНОСТИ.



13. Провести центры окружностей. На компактной панели – **ОБОЗНАЧЕНИЕ** - **ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕНТРА** - одна ось. Щелкнуть мышью по дуге окружности и по центру фигуры.

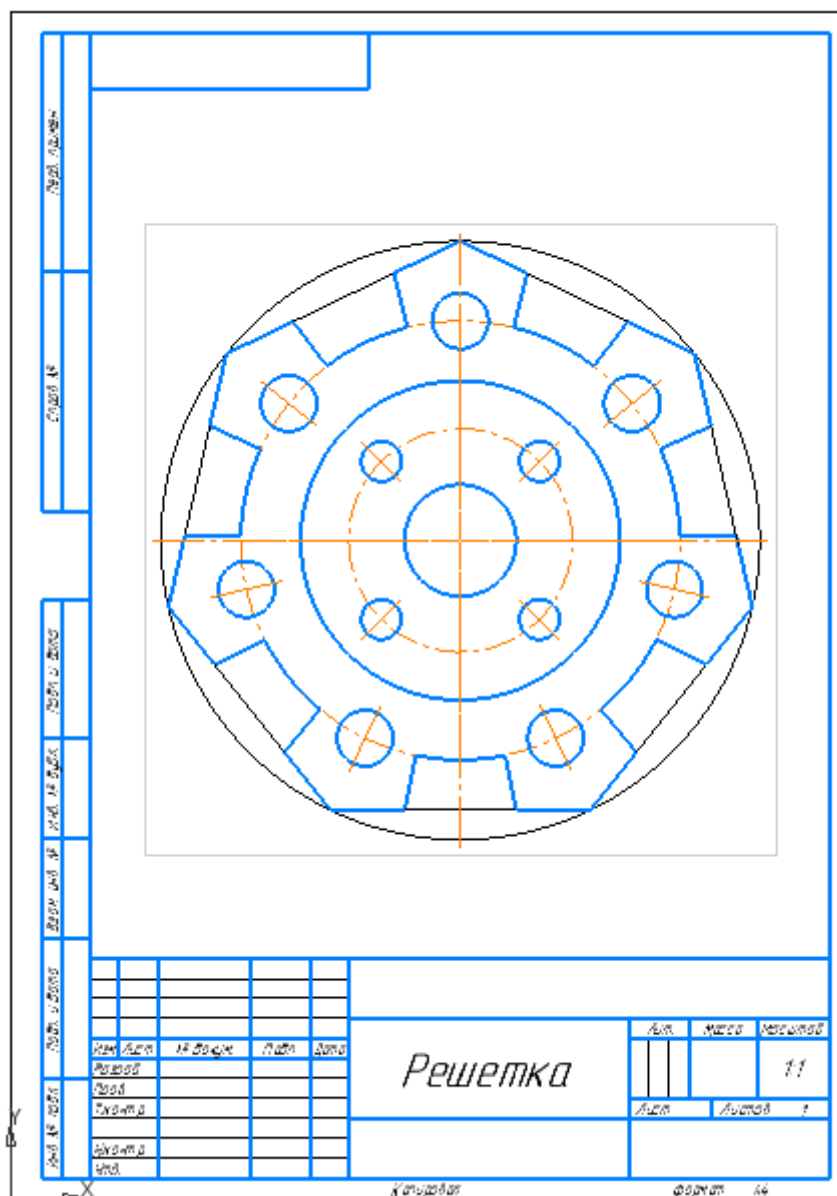


14. На компактной панели выбрать команду **РАЗМЕРЫ**. Для простановки размеров использовать команды диаметральный размер, линейный размер, угловой размер.



15. На верхней панели в ЧЕРЧЕНИЕ, выбираем УДАЛИТЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

16. Заполнить основную надпись чертежа, активировав ее двумя щелчками мыши.



8.1 Перечень учебной литературы

Наименование печатных и (или) электронных учебных изданий, методические издания, периодические издания по всем входящим в реализуемую образовательную программу учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) <i>в соответствии с рабочими программами дисциплин, модулей, практик</i>		Количество экземпляров	Обеспеченность студентов учебной литературой (экземпляров на одного студента)
Электронные учебные издания, имеющиеся в электронном каталоге электронно-библиотечной системы	Вяльцев, Георгий Бенцианович. Инженерное проектирование электромеханических преобразователей энергии : Учебное пособие / Г. Б. Вяльцев, В. В. Гречкин, О. И. Новокрещенов, А. Г. Приступ и др. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2018. - 74 с.	1	1
	Искаков, Р. М. Инженерное проектирование / Р. М. Искаков. - Астана : КазАТУ, 2016. - 119 с.	1	1
	Юзова, Вера Александровна. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня : Учебное пособие / В. А. Юзова. - 1. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. - 208 с.	1	1
	Дуркин, Валерий Вячеславович. Основы проектирования и моделирования радиоэлектронных устройств в среде MICRO-CAP 9 : Учебно-методическая литература / В. В. Дуркин, О. Н. Шлыкова. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2020. - 56 с.	1	1
	Щепетов, Александр Григорьевич. Основы проектирования приборов и систем : учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов. - Москва : Юрайт, 2026. - 458 с.	1	1

8.2 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные и электронно-библиотечные системы

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
Электронно-библиотечные системы			
1	https://dlib.eastview.com	База данных «Ивис»	Авторизованный доступ
2	https://urait.ru	Образовательная платформа Юрайт	Авторизованный доступ
3	http://znanium.com	ЭБС «Znanium»	Авторизованный доступ
4	https://e.lanbook.com	ЭБС «Лань»	Авторизованный доступ
5	https://lib.rucont.ru	ЭБС «Руконт»	Авторизованный доступ

6	https://ldiss.rsl.ru	Электронная библиотека диссертаций РГБ	Авторизованный доступ
Информационные справочные системы			
7	http://www.consultant.ru/	СПС КонсультантПлюс	Авторизованный доступ
Профессиональные базы данных			
8	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Авторизованный доступ

8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе отечественного производства

MathType;
Mathcad;
Антивирус DrWeb;
КОМПАС-3D V18-19;

8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.4.1 Учебная аудитория лекционного типа

компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска

8.4.2 Учебная аудитория для проведения практических занятий

учебная мебель, учебная доска

8.4.3 Учебная аудитория для самостоятельной работы

учебная мебель, компьютеры с выходом в интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде

8.4.4 Компьютерный класс

учебная мебель, учебная доска, компьютеры с доступом в Интернет

