

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Часть 1

Учебно-методическое пособие
по дисциплине
«Компьютерное проектирование мехатронных систем»,
для студентов всех форм обучения
технических направлений

Севастополь
СевГУ
2019

УДК 621.37 (075.8)
К63

Р е ц е н з е н т:

А.Ю. Тараховский – к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения»

Составители: А.И. Балакин, Н.А. Балакина

К63 Компьютерное проектирование мехатронных систем (часть 1):
учеб.-метод. пособие по дисциплине «Компьютерное проектирование
мехатронных систем» / Сост. А.И. Балакин, Н.А. Балакина. – Севастополь:
СевГУ, 2019. – 156 с.

Предназначено для учебно-методического обеспечения дисциплины
«Компьютерное проектирование мехатронных систем».

Целью учебно-методического пособия является ознакомление с методами
компьютерного проектирования деталей и узлов механизмов. Овладение
практическими навыками конструирования деталей и узлов механизмов с
использованием программных средств автоматизированного проектирования.

УДК 621.37 (075.8)

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов»,
протокол № 3 от 24 октября 2019 г.

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия для студентов
очной и заочной форм обучения технических направлений.

Изд. № 321/19. Объем 9,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Ознакомление с интерфейсом AUTODESK INVENTOR	5
ЧАСТЬ 1 РАБОТА С ЭСКИЗАМИ.....	13
Вкладка "ЭСКИЗ"	13
Тип линий геометрии эскиза.....	13
Команды построения эскизов	14
Построение отрезков	15
Построение окружности.....	15
Построение дуг.....	16
Создание прямоугольника.....	17
Построение эллипса.....	18
Точки эскиза	19
Создание многоугольников.....	19
Сопряжение линий на эскизах	19
Массив.....	21
Зеркальное отражение	22
Обрезка кривой.....	23
Удлинение кривой.....	23
Удаление отдельных кривых в эскизе	23
Редактирование эскизов	23
Удаление эскиза	24
Проецирование геометрии	24
Зависимости.....	24
ЧАСТЬ 2 РАБОТА С КОНТУРОМ	30
Выдавливание.....	30
Вращение	32
ЧАСТЬ 3 РАБОТА С КОНСТРУКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ	35
Отверстие.....	35
Лофт (создание конструктивного элемента по сечениям)	38
Сдвиг	40
Рабочие плоскости	42
Ребра и стержни жесткости.....	43
Оболочки	46
Резьбовые элементы	47
ЧАСТЬ 4 РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ	49
Чертежные ресурсы	50
Форматы листов	50
Рамки	50
Основные надписи	50
Эскизные обозначения.....	51
Шаблоны для чертежей	52
Команды работы с чертежами	52
Команды создания видов.....	53
Команды нанесения пояснительных элементов.....	53
ЧАСТЬ 5 РАБОТА СО СБОРКАМИ	55
Зависимость	55
Команда "Сборка"	57
СХЕМА СБОРКИ-РАЗБОРКИ	58
СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННОГО РОЛИКА.....	61

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ.....	63
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	
ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ИНТЕРФЕЙСОМ AUTODESK INVENTOR.	63
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	
РАБОТА СО СРЕДОЙ ПОСТРОЕНИЯ ЭСКИЗОВ.	63
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	
РАБОТА С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ЗАВИСИМОСТЯМИ, НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ.	64
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4	
СОЗДАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	64
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5	
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ (ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ).....	69
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6	
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОРПУСА	88
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7	
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВАЛА	98
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8	
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТОНКОСТЕННОГО КОРПУСА.....	108
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9	
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ НАКОНЕЧНИКА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ПРОВОДОВ	115
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10	
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРУЖИН СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ	117
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11	
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ С ПРОСТЫМИ ПРОДОЛЬНЫМИ И ПОПЕРЕЧНЫМИ РАЗРЕЗАМИ.....	121
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12	
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ СО СЛОЖНЫМИ СТУПЕНЧАТЫМИ РАЗРЕЗАМИ	122
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13	
РАБОТА СО СБОРКАМИ	132
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14	
СОЗДАНИЕ СХЕМЫ СБОРКИ-РАЗБОРКИ	132
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15	
СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННОГО РОЛИКА	132
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСА МЕДИЦИНСКОГО ПРИБОРА.....	151

ВВЕДЕНИЕ

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ИНТЕРФЕЙСОМ AUTODESK INVENTOR

В верхней части окна Inventor находится **Заголовок**. Он даст вам знать, что вы используете Autodesk Inventor, или будет отображать имя активного файла, когда вы редактируете его.

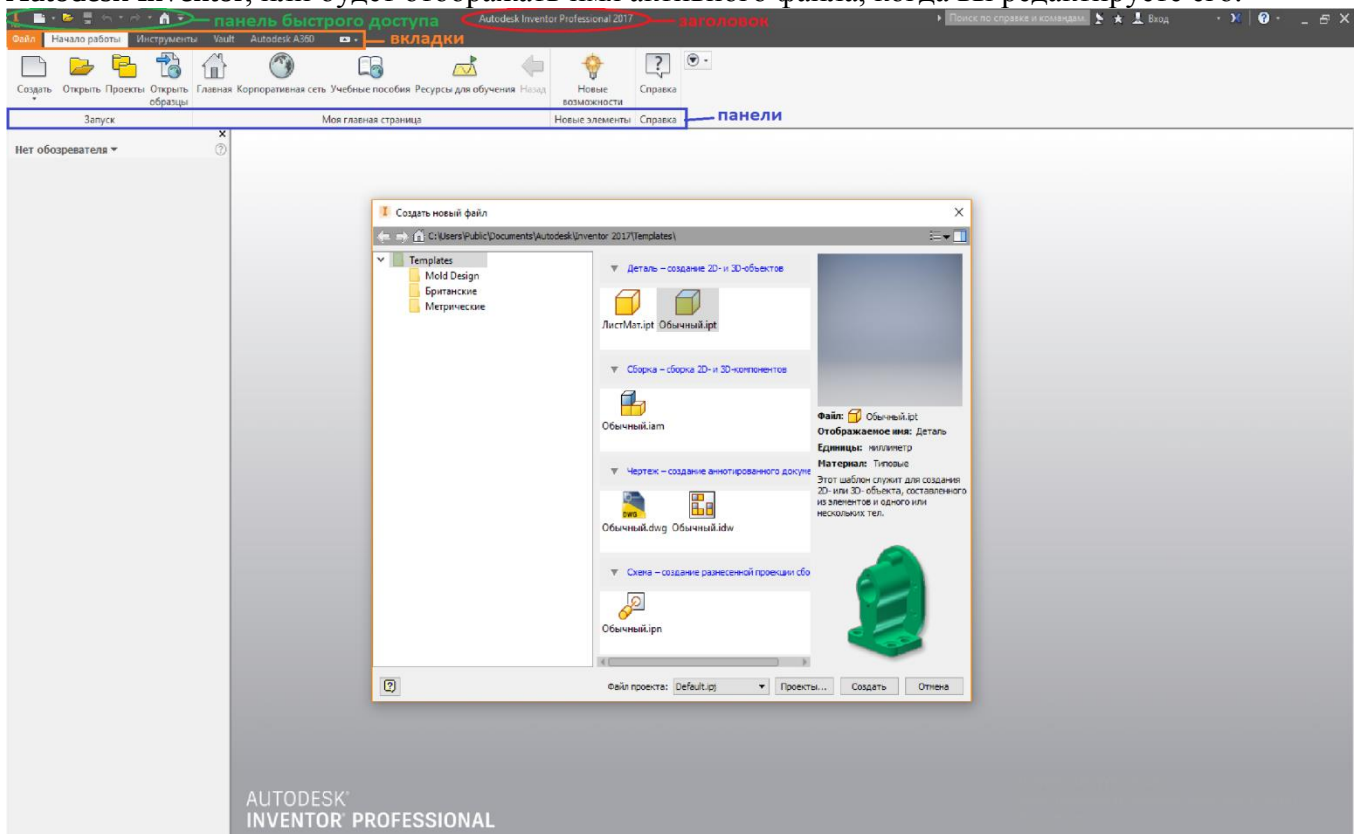


Рис. 1

Панель «Быстрый доступ»

Панель «Быстрый доступ» встроена в Заголовок за иконкой Меню приложения и включает в себя общие инструменты доступа к новым шаблонам файлов, к открытию и сохранению файлов, отмену и повтор действий и т.д. Вы можете настроить эту панель добавлением постоянно используемых инструментов. Чтобы сделать это, выберите необходимый инструмент в Ленте, щелкните правой кнопкой мыши и выберите добавить на панель «Быстрый доступ» из контекстного меню.

Открытие файла

Для открытия файла вызовете диалоговое меню **Открыть** рис. 2, где необходимо указать путь к файлу.

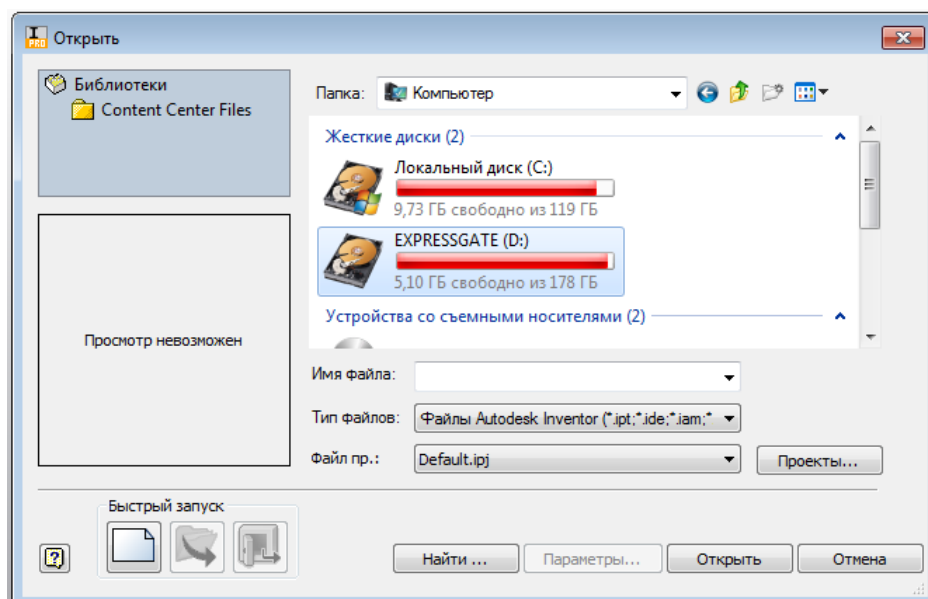


Рис. 2

Создание файла

При нажатии кнопку создать появляется меню создания файла, представленное на рисунке 1.

В Inventor можно создать 4 типа файлов:

1. Для создания деталей используется расширение `ipt`.
2. Файлы сборок имеют расширение `iam`.
3. Для создания плоских чертежей используется расширение `idw` или `dwg`
4. Файлы разнесенной проекции сборки имеют расширение `ipn`

Создадим деталь (обычный. ipt) → начать 2D эскиз.

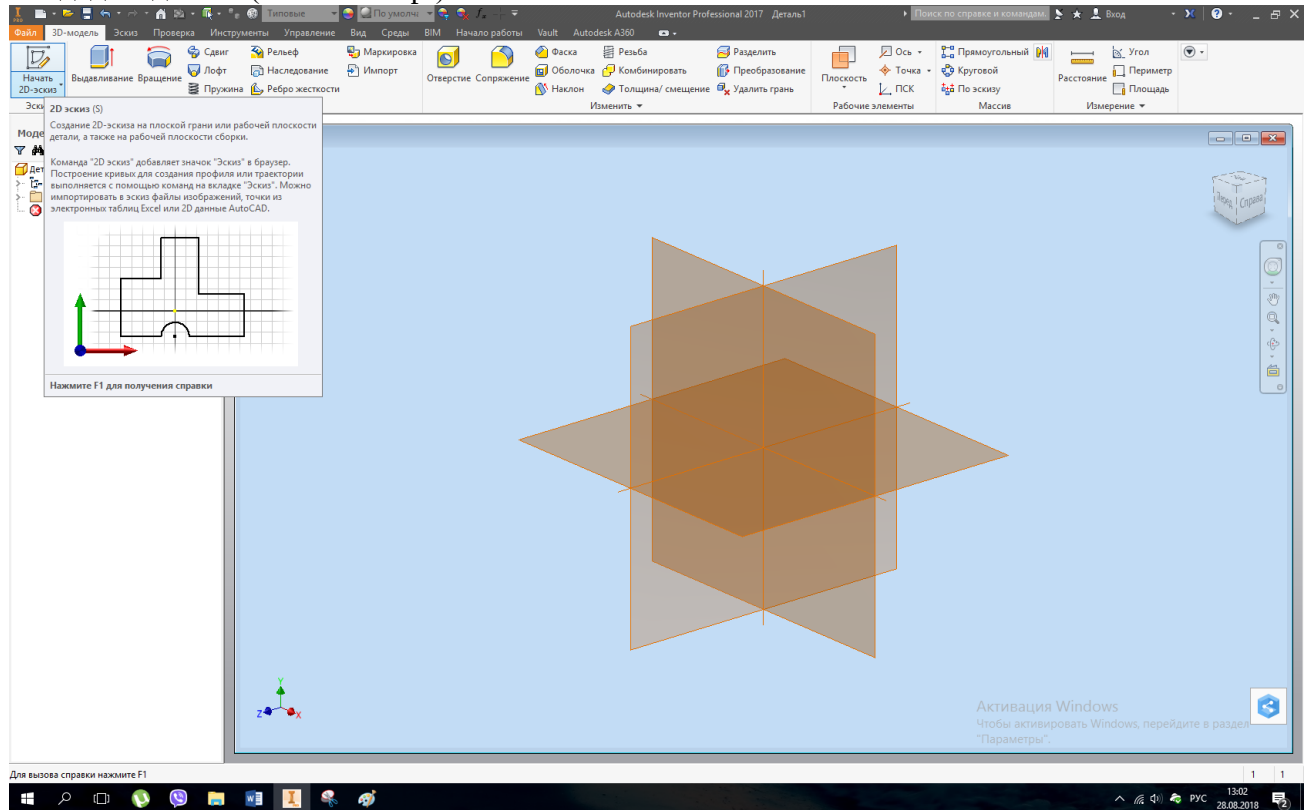


Рис. 3

Изучение Ленты

В **Ленте** доступно много различных опций. Эти опции принимают форму инструментов, сгруппированных во вкладках на панели, которые зависят от типа созданного документа. Рассмотрим их в порядке от наиболее общих к более специфичным.

Активная вкладка всегда выделена, по сравнению с остальными, которые просто представлены наименованиями на фоне Ленты. Активная вкладка меняется автоматически, как вы переходите из одной рабочей среды к другой.

Вкладка 3D-модель имеет вид:

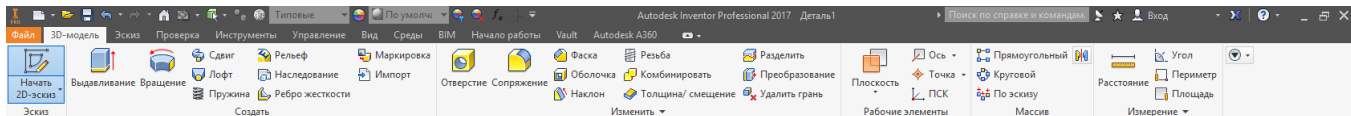


Рис. 4

Вкладка эскиз

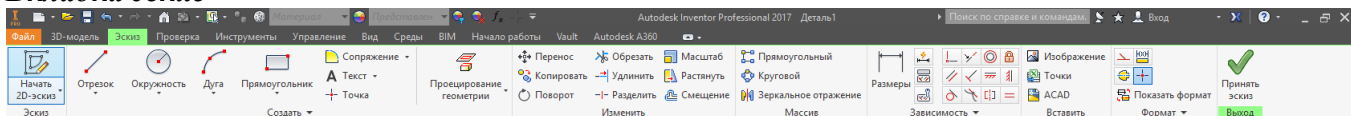
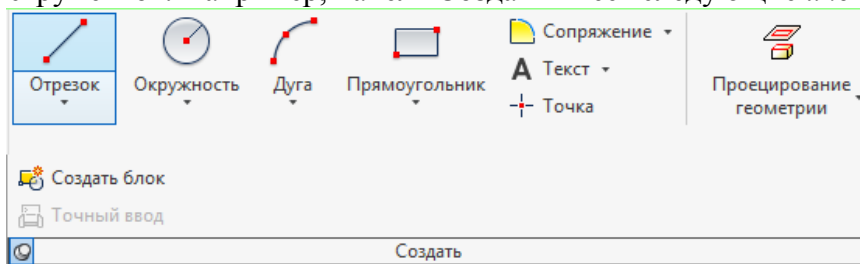


Рис. 5

И Т.Д.

Панели. На каждой вкладке специальные *наборы инструментов* отсортированы на *панелях*. Например, на рис. 5 вы можете увидеть следующие панели: Эскиз, Создать, Изменить, Массив, Зависимость, Вставить, Формат и другие панели. Вы заметите, что часто используемые инструменты появляются большими иконками, так их легче найти. Иногда не все инструменты можно разместить на панели, поэтому некоторые панели (Создать, Зависимость, Формат) имеют

выпадающее меню рядом с названием. Это означает, что вы можете раскрыть панель, чтобы увидеть больше инструментов. Например, панель Создать имеет следующие инструменты:



Это также делает возможным скрытие инструментов, которые вы редко используете. Вы можете менять порядок панелей на вкладке.

Поэкспериментируйте с настройками панели Быстрого доступа, панелью Вкладок, Лентой. Сверните Ленту до кнопок панелей, нажав на иконку, чтобы ваша панель выглядела как на рис. 5.

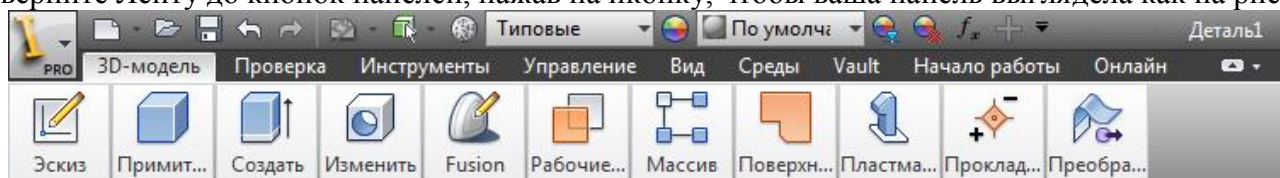


Рис. 5. Вкладка Сборка, свернутая до кнопок панели

При наведении или нажатии на иконку при таком виде панели (или панель, или название вкладок на следующих шагах), вы вызовете полный вид панели на Ленте.

Нажмите ту же иконку второй раз - вы уменьшите вкладку до названий панелей, как на рис. 6.

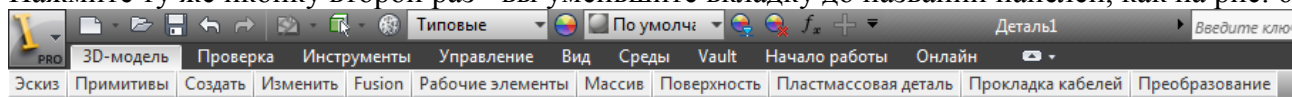


Рисунок 6

Теперь снова нажимайте иконку до тех пор, пока не увидите панель, как на рис.7.



Рисунок 7

Нажмите иконку еще раз и восстановите Ленту до начальных размеров с отображением панелей по умолчанию.

В зависимости от ваших потребностей и личных предпочтений вы можете использовать этими режимы постоянно или временно. При нажатии на стрелку справа от иконки появится меню, которое позволяет сразу перейти в необходимый режим

Изменение порядка панелей

Сделайте вкладку **3D-модель** активной нажатием на наименование или заголовок.

Линия с панелью наименования может быть использована как линия захвата.

Щелкните и тащите за панель **Массив** (рис. 8) так, чтобы разместить ее между панелями **Создать** и **Изменить**.

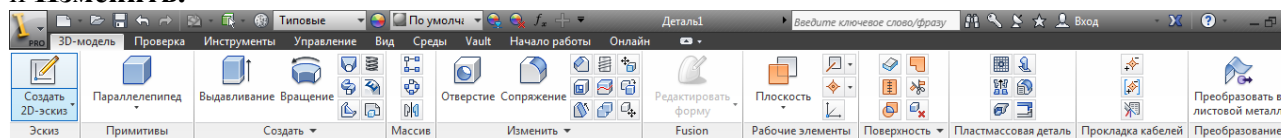


Рисунок 8

Можете изменить внешний вид Ленты, раскрыв контекстное меню правой кнопкой мыши.

Выберите в меню **Текст откл.**

Это действие удалит наименования инструментов на панели. Это уменьшит площадь экрана, но оставит инструменты легкодоступными.

Снова щелчок правой кнопкой мыши на панели для открытия меню внешнего вида Ленты.

Выберите **Сброс Ленты**. Нажмите **Да** в появившемся диалоговом окне.

Через некоторое время наименования восстановятся, и панель вернется к первоначальному виду. Это позволяет бесконечно экспериментировать с пользовательским интерфейсом, не боясь что-то испортить.

Наконец, наведите курсор на инструмент на Ленте и, откроется *подсказка*, которая покажет основную информацию, правильное наименование инструмента и, если поддерживается, горячие клавиши на вызова инструмента. Если вы задержите курсор у этого инструмента немного дольше, подсказка раскроется, и появится визуальная информация о том, как его использовать (рис. 9).

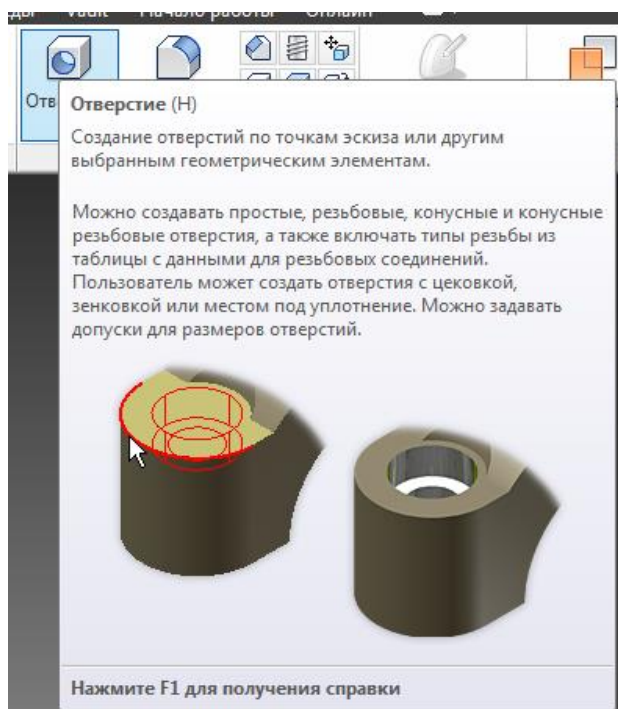


Рисунок 9

Использование браузера

Процесс проектирования в Inventor - это процесс *параметрического твердотельного моделирования*. Параметризация играет важную роль в использовании Inventor, что делает его мощным и гибким инструментом проектирования, а также позволяет сохранять историю построения деталей. Эта история также показывает, как соединены детали в сборке. Интерфейс, который позволяет все это увидеть, называется **браузер (Browser)** рисунок 10.

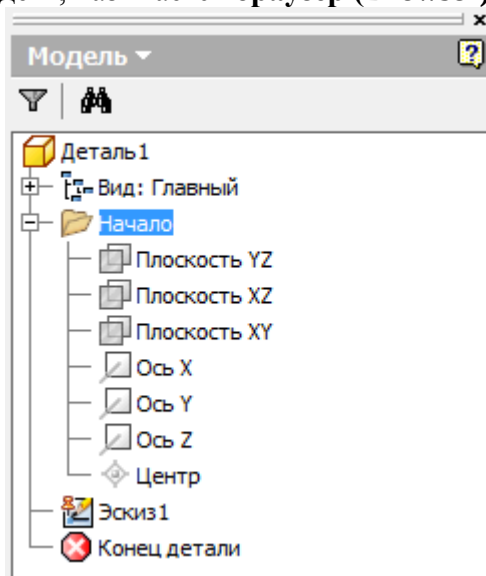


Рисунок 10

В левой части экрана находится колонка, содержащая иерархическое дерево, показывающее имя активного файла сверху, папки **Представления** и **Начало**, а затем компоненты или структуру компонентов, которые составляют вашу сборку. Понять, как читать браузер и как управлять им, - важный шаг в изучении управления и редактирования вашими конструкциями.

Рассмотрим браузер, чтобы увидеть, что он может показать:

В браузере найдите папку **Начало** и щелкните по плюсу слева от папки, чтобы раскрыть содержание этой папки.

Пройдитесь мышкой по плоскостям и осям в браузере, а справа, в рабочем пространстве, посмотрите, как они отображаются.

Щелкните правой кнопкой по **Плоскости XY** и выберите **Видимость** в контекстном меню.

Чтобы отобразить браузер в рабочем пространстве необходимо поставить галочку напротив Браузер (инструмент Пользовательский интерфейс вкладка Вид).

Подсветка и включение компонентов

Перемещая курсор в **Рабочем пространстве**, можно обратить внимание, что детали подсвечиваются. Выделение позволяет вам видеть компоненты стоят отдельно друг от друга, или, скомпонованными в группы. Когда компонент выделен в рабочем пространстве, он также будет выделен в браузере.

Иногда нужно иметь визуальную ссылку на компонент, но при этом не нужно его выбирать или активировать. Чтобы это сделать, можно выбрать деталь в браузере или рабочем пространстве и выбрать **Доступность** в контекстном меню. Это сделает деталь прозрачной и недоступной для подсветки и выбора.

Работа в рабочем пространстве

Часть интерфейса, в которой чаще всего придется работать, - это **рабочее пространство**. Здесь отображены не только конструкции и их документация, но и все остальное, реализуемое в Inventor, очень много инструментов может быть запущено из рабочего пространства. Инструменты отображения и визуализации расположены в этой области и позволяют быстро просматривать свои конструкции.

Рассмотрим некоторые инструменты, которые могут быть вызваны отдельно и расположены в рабочем пространстве:

3D-индикатор исходной точки. В нижнем левом углу рабочего пространства находится 3D-индикатор исходной точки. Это ссылка для ориентации модели по отношению к стандартным осям.

Панорамирование. Чтобы перемещать модель внутри рабочего пространства, необходимо использовать инструмент **Панорамирование**. Вы можете вызвать этот инструмент несколькими способами. Вы можете найти его на панели **Навигация** на вкладке **Вид**, на панели навигации в рабочем пространстве, нажатием клавиши **F2** или перемещением мышки с зажатой средней кнопкой.

Зуммирование. Зуммирование имеет несколько дополнительных режимов. Базовое зуммирование увеличивает или уменьшает инструмент в зависимости от входного воздействия. Зуммирование можно запустить из панели **Навигация** во вкладке **Вид** нажав на такую же иконку в панели навигации или клавишу **F3** с одновременным нажатием кнопки и перемещением мыши, или же вращая среднюю кнопку мыши.

Орбита. Когда вы запускаете Орбиту из панели **Навигация** вкладки **Вид**, из панели навигации, нажатием клавиши **F4**, на экране появится индикатор орбиты. Перемещая курсор вокруг индикатора, вы сможете использовать различные инструменты. На рис. 11 показан курсор внутри, снаружи индикатора, а также возле осей *x* и *y*. Если щелкнуть внутри Орбиты, модель будет вращаться в любом направлении. Если щелкнуть рядом с осями *x* или *y* и потянуть, то модель будет вращаться вокруг выбранной оси.

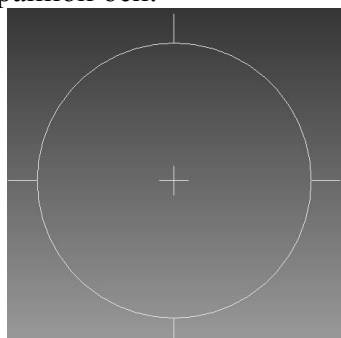


Рисунок 11

История видов. Вы можете вернуться к предыдущему виду нажатием клавиши F5, пока не восстановите необходимый вид.

Видовой куб. Очевидно, что текущий вид нашей сборки не единственный, который понадобится вам при проектировании. Видовой куб позволяет вращать вашу конструкцию и позиционировать в стандартных видах в соответствии с гранями, ребрами и углами куба. Вращение модели при помощи видового куба происходит так же, как и при использовании Орбиты.

Видовой куб – один из самых важных инструментов в рабочем пространстве.

Переместите Видовой куб так, чтобы была видна грань, на которой написано **Перед**.

Когда грань **Перед** подсветится, щелкните по ней, чтобы ваша модель повернулась.

Теперь щелкните на курсор справа куба, для того чтобы повернуть куб на грань **Справа**.

Переместите курсор в правый верхний угол Видового куба и выберите его.

Теперь щелкните по Видовому кубу, но продолжайте перемещать мышку с зажатой кнопкой, модель будет вращаться так, как при использовании инструмента Орбита.

После того, как вы повернете вашу деталь, нажмите F6, чтобы вернуться к Главному виду сборки.

Щелкните по грани с названием Справа.

После обновления вида правой кнопкой мыши щелкните по Видовому кубу, выберите Установить текущий вид: - Спереди (см. рис. 12).

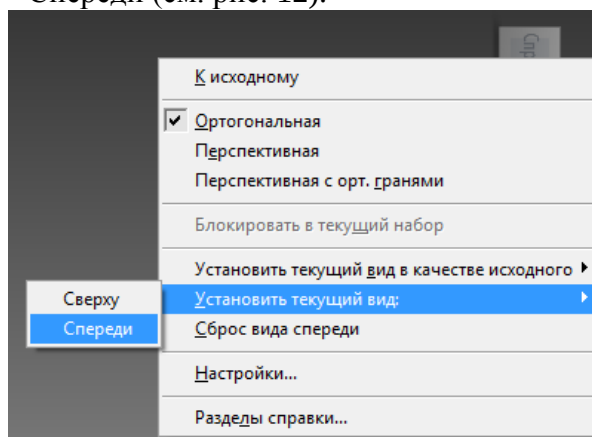


Рисунок 12

Теперь поверните модель так, как считаете лучше, чем Главный вид.

Правой кнопкой мыши выберите Установить текущий вид в качестве исходного —> Вписывать в вид.

Другой вариант определения нового Главного вида - **Фиксированное расстояние**. Эта опция будет поддерживать масштаб и положение, даже если дополнения модели будут выходить за пределы рабочего пространства.

Проверка строки состояния

Внизу окна Inventor находится строка, которая показывает информацию о том, какие необходимо ввести данные для инструментов. Строка состояния также является обратной связью с информацией Inventor во время работы - такой, как количество доступных файлов или деталей в сборке.

Использование отслеживающего меню

Пока вы создаете виды чертежей, детали, сборки или используете другие инструменты, вы увидите диалоговые блоки для этих инструментов.

Inventor 2013 также имеет несколько «Heads Up» инструментов интерфейса, которые прикрепляют часто используемые команды к курсору мыши. *Отслеживающее меню* работает в двух режимах: **Меню** и **Разметка**.

Режим Меню. Если при редактировании файла щелкнуть правой кнопкой мыши в рабочем пространстве, увидите «розу» или «компас» (см. рис. 13) инструментов. По мере перемещения к инструменту тень или луч выделит его, и, кликнув мышкой с этой подсветкой, вы выберете инструмент.

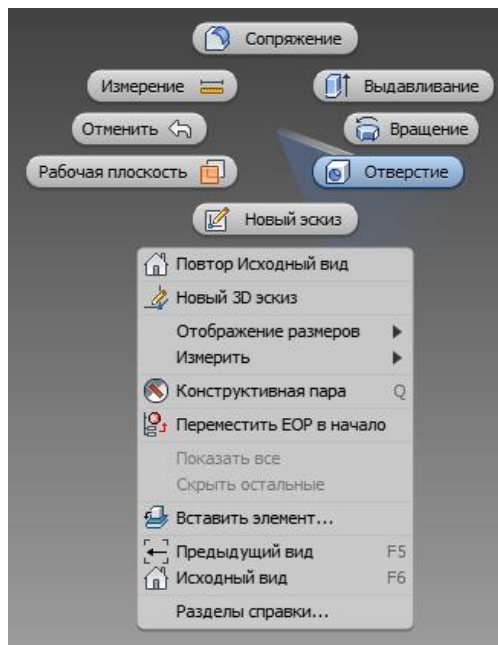


Рис. 13. В отслеживающем меню размещаются часто используемые инструменты

Установка параметров приложения

Множество настроек позволяют адаптировать Inventor к вашим требованиям. Изменение инструментов в Ленте - это только начало. Для того чтобы действительно настроить Inventor, вам нужно будет изменить **Параметры приложения**.

Чтобы попасть в меню параметров приложения, вам нужно вызвать Меню приложения и щелкнуть по кнопке **Параметры**, или перейдите на вкладку **Инструменты** и выберите **Параметры приложения**. Этим действием вы откроете большое диалоговое окно с 14 вкладками и огромным количеством опций.

Использование кнопок Импорт/Экспорт

Внизу диалогового окна **Параметры приложения** есть кнопки, которые позволяют экспортировать ваши настройки для последующего восстановления. Вы также можете импортировать один из файлов настройки другого пользователя.

Вкладка Общие

На вкладке **Общие** вы можете изменить тип запуска Inventor, как долго нужно наводить курсор на значок, чтобы появилась подсказка, сколько много места на жестком диске может занимать инструмент **Назад**.

Вкладка Цвета

Вы можете менять свет и вид фона вашего рабочего пространства, контролировать цвет, объекты эскизов и размеры, изменять цветовую схему значков Ленты.

Выполните следующие шаги, чтобы сохранить текущие настройки и экспериментировать с некоторыми изменениями:

1. Раскройте Меню приложения и нажмите кнопку **Параметры**.
2. Внизу диалогового окна нажмите на кнопку **Экспорт**.

Появится диалоговое окно с парой резервных копий настроек по умолчанию. Вы можете сохранить ваши настройки в эту папку после выполнения некоторых изменений.

3. Нажмите **Отмена** в диалоговом окне.
4. Выберите вкладку **Цвета**.
5. Выберите **Презентация** в списке цветовых схем и оцените предпросмотр изменений в окне в центре.
6. Перетащите диалоговое окно за заголовок влево, и вы увидите часть рабочего пространства Inventor.
7. Нажмите в диалоговом окне кнопку **Применить**.
8. Из выпадающего списка **Фоновых компонентов** выберите **1 Цвет**.
9. Нажмите **Применить**, чтобы увидеть эффект.

Вкладка Экран

Эта вкладка управления количеством видеоэффектов.

Вкладка Оборудование

Большинство настроек оборудования довольно очевидны. Очень важна настройка **Программная графика**.

Инструмент **Диагностика** в нижней части **Справки** может помочь проверить, является ли графический драйвер WHQL-сертифицированным для Windows и способна ли ваша карта выдержать ускорение.

Вкладка Сборка

Настройки на этой вкладке наиболее важны в больших сборках, где необходима оптимизация. Вы можете установить, будут ли компоненты сборки непрозрачными, когда они открыты на редактирование. Вы также можете редактировать эту опцию на вкладке **Вид** на панели **Представление модели**.

Вкладка Чертеж

Вы можете выбрать **Тип файла чертежа по умолчанию** как собственный файл чертежа Inventor, IDW, или файл чертежа AutoCAD, DWG, который может быть импортирован в Inventor или открыт для чтения, печати или измерений. Вы также можете указать, в какой версии AutoCAD будет выполнен файл DWG.

Вы можете установить некоторые настройки размерных линий, управлять весом и стилем отображения этих линий. Для пользователей с ограниченными возможностями видеокарты, можно изменить настройки предварительного просмотра и установить значение **Частичный** или **Граничная рамка**.

Вкладка Эскиз

Когда вы впервые используете инструменты рисования эскиза, будет показана сетка. Если вы предпочтете работать без нее, то можете отключить сетку частично или полностью в секции **Отображать на экране** вкладки **Эскиз**.

В настройках **Избыточные размеры** вы можете управлять, как будут отображаться размеры, когда вы их наносите на эскиз. Другой параметр, который многие пользователи отключают, - инструмент **Автопроецирование ребер** при создании кривой или эскиза. Многие пользователи также предпочитают не использовать настройку **Ортогональный вид на эскизе**.

Вкладка Деталь

Наиболее частным изменением на вкладке **Деталь** является изменение плоскости, на которой создается эскиз по умолчанию при проектировании детали. Вы также можете выбрать опцию **Не создавать эскиз** при создании новой детали.

Если вы хотите создать новую деталь с эскиза, то вы можете установить плоскость, на которой будет создан эскиз, в поле **Автоматическое создание эскиза**.

Эта вкладка также управляет инструментом редактирования для изменения импортированной геометрии между Inventor и Autodesk Inventor Fusion.

Для удобства работы предусмотрены также **горячие клавиши**:

- F1** – справка;
- F2+ЛКМ** – панорамирование;
- F3+ЛКМ** – зуммирование;
- F4+ЛКМ** – поворот, 3D орбита;
- F5** – предыдущий вид;
- F6** – исходный (изометрический) вид;
- F7** – разрезать модель (в режиме создания эскиза);
- F8** – показать зависимости;
- F9** – скрыть зависимости.

Кроме того, полезные кнопки:

- Home** (или двукратное нажатие скроллинга мыши) – показать все;
- End** – показать выбранное;
- Ctrl+W** – вызвать штурвал.

При создании эскиза могут также пригодиться следующие кнопки:

- X** – команда обрезать;
- Shift+ПКМ** – построение отрезка касательного к окружности.

Так же можно настроить (назначить) горячие клавиши. Для этого выберите вкладку **Инструменты**, панель **Настройки**, инструмент **Адаптация**. Нельзя назначить уже имеющиеся (используемые) комбинации клавиш.

Часть 1

РАБОТА С ЭСКИЗАМИ

Эскизы начинаются с плоскости эскиза, на которой строятся отрезки, дуги и другие объекты геометрии. Наложение зависимостей при рисовании выполняется автоматически. Стабилизировавшийся эскиз становится *контуром*, используемым в качестве основы элементов эскиза, таких как выдавливание, вращение, сдвиги, элементы по сечениям или витки. Кроме того, эскизы могут определять траектории для таких операций, как сдвиг. В чертежах эскизная геометрия служит для создания обозначений, основных надписей и рамок.

После того как, используя команды построения *элемента*, эскизу придадут объем он становится *конструктивным элементом*. При этом контур эскиза, используемый для построения конструктивного элемента, поглощается. Для добавления очередного конструктивного элемента выбирается имеющаяся грань или рабочая плоскость, которая используется как плоскость эскиза. Далее на этой грани или плоскости строится эскиз.

Можно также использовать эскиз, уже используемый для другого элемента. Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши в браузере на значке эскиза и выбрать пункт "Общий доступ к эскизу" из контекстного меню.

Чтобы однозначно определить форму и размеры эскиза, применяется наложение зависимостей и нанесение размеров. Как правило, сначала следует накладывать зависимости, чтобы оказалась стабилизирована общая форма эскиза, а затем наносить размеры.

Любой эскиз можно редактировать до и после использования его в элементе.

ВКЛАДКА "ЭСКИЗ"

Вкладка "Эскиз" содержит команды для построения основных 2D-фигур, используемых в элементах, создаваемых из эскизов и объединяемых для создания деталей, которые, в свою очередь, объединяются в сборки.

Внешний вид вкладки «Эскиз» представлен на рис.1.

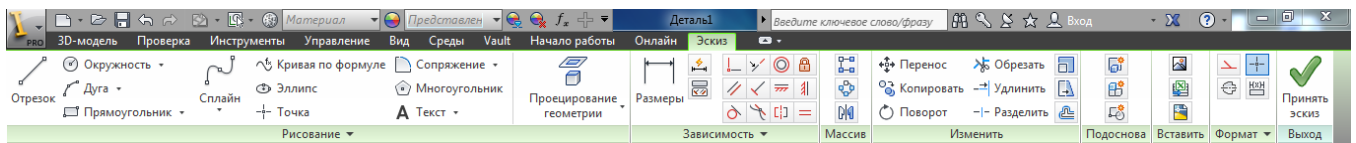


Рис.1

ТИП ЛИНИЙ ГЕОМЕТРИИ ЭСКИЗА

Геометрия эскиза может различаться в зависимости от заданного типа линий. При работе с файлом детали доступны следующие типы линий эскиза: обычные, вспомогательные и осевые.

<i>Обычный</i>	Тип линий по умолчанию. Геометрия эскиза, в которой используются обычные линии, поглощается конструктивными элементами.
<i>Вспомогательная геометрия</i> 	Вспомогательную геометрию можно связывать зависимостями с обычной геометрией. Это может помочь в построении эскизов параметрических элементов. Такая геометрия сохраняется в эскизах, но не поглощается конструктивными элементами.
<i>Осевая линия</i> 	Вариация вспомогательной геометрии. Такие линии используются как визуальный инструмент для обозначения вспомогательных осей и нанесения размеров на точки на продолжениях осей, равноудаленных от заданной геометрии.

При работе с файлами чертежей доступны все типы линий, определенные стандартами оформления, назначенными для файла.

Изменение типа линий перед созданием геометрии эскиза

1. Убедитесь, что находитесь в режиме эскиза.
2. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Формат", выберите необходимый тип линии. При выборе команды вспомогательные линии активируются.
3. Выберите команду построения эскиза и создайте геометрию.

Изменение типа линий после создания геометрии эскиза

1. Убедитесь, что находитесь в режиме эскиза.
2. Выберите геометрические объекты, которые требуется изменить.

Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Формат", выберите необходимый тип линии.

Команды построения эскизов

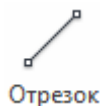
Некоторые команды построения эскизов имеют несколько вариантов выполнения. Об этом говорит стрелка рядом с кнопкой в палитре. Нажатие стрелки приводит к открытию подменю (Таблица 1.1).

Таблица 1.1

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	Отрезок	Построение отрезка	Следует выбрать Обычные линии или Вспомогательные линии из списка Стил
		Построение сплайна	
	Окружность: центр	Построение окружности по центру и радиусу	Следует выбрать Обычные линии или Вспомогательные линии из списка Стил. Эллипсы можно обрезать и удлинять. На них можно наносить размеры
		Построение окружности, касательной к трем отрезкам или кривым.	
		Построение эллипса	
	Дуга	Построение дуги по трем точкам	Следует выбрать Обычные линии или Вспомогательные к двум конечным точкам линии из списка Стил.
		Построение дуги по центру	
		Построение дуги, касающейся отрезка или кривой в конечной точке	
	Прямоугольник	Построение прямоугольника по его диагонали	
		Построение прямоугольника по трем вершинам	
	Сопряжение	Построение сопряжения с заданным радиусом двух отрезков или кривых	Радиус задается в диалоговом окне. Размер фаски задается в диалоговом окне.
	Фаска	Построение скошенных ребер или другой аналогичной геометрии	
	Точка/Маркер центра	Построение маркера центра отверстия или эскизной точки	Следует выбрать Маркер центра (по умолчанию) или Эскизная точка из списка Стил
	Многоугольник	Построение правильного многоугольника	
	Зеркало	Зеркальное отображение элементов эскиза с наложением зависимости симметричности	Для симметричного размещения уже имеющихся элементов служит зависимость симметричности
	Прямоугольный массив	Создание прямоугольного массива элементов эскиза	Можно создавать ассоциативные и неассоциативные элементов эскиза массивы. Также можно подавлять отдельные элементы массива
	Круговой массив	Создание кругового массива	
	Подобие	Создание параллельных отрезков и кривых на заданном расстоянии друг от друга	
	Размеры	Нанесение размеров различных типов на элементы эскиза	
	Автонанесение	Автоматическое нанесение	Первыми следует наносить

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	размеров	размеров; позволяет сделать эскиз достаточно определенным всего за один шаг	самые важные размеры
	Удлинить	Удлинение отрезка или кривой до пересечения объектом (отрезком, кривой или точкой)	Временно перейти к команде Обрезать можно с помощью клавиши SHIFT. Переключаться между командами можно также с помощью контекстного меню
	Обрезать	Обрезка отрезка или кривой	Временно перейти к команде Удлинить можно с помощью клавиши SHIFT. Переключаться между командами можно также с помощью контекстного меню
	Перенести	Перемещение или копирование элементов эскиза	
	Повернуть	Поворот или копирование элементов эскиза	

Рассмотрим подробнее команды построения эскизов.



Отрезок

ПОСТРОЕНИЕ ОТРЕЗКОВ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ "Отрезок"



Отрезок — для построения прямолинейного отрезка нужно указать начальную и конечную точки.

Можно собрать отрезки в цепочку, пока эта операция не будет завершена двойным щелчком.

Этапы построения:

1. Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза.
2. Выберите на ленте вкладку «Эскиз» ➤ панель «Рисование» ➤ «Отрезок».
3. В графическом окне щелчком укажите начальную точку отрезка.
4. Щелкните еще раз, чтобы задать вторую точку, завершающую сегмент отрезка. Чтобы разместить новую точку сегмента в другом месте, переместите курсор в требуемое положение и щелкните кнопкой мыши. При необходимости создайте дополнительные точки для построения цепочки непрерывных сегментов или дважды щелкните, чтобы завершить сегмент.
5. Команда "Отменить" позволяет удалять по одному сегменты отрезка в обратном порядке создания.
6. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.

Примечание

Отрезки представляют собой отдельные кривые, конечные точки которых связаны зависимостями совмещения. Таким образом, при наложении одной кривой все присоединенные сегменты изменяют свое местоположение.



Окружность

ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ нажмите на стрелку под командой "Окружность" и выберите команду для определения типа окружности.

Есть два способа построения окружности: по заданному центру и радиусу либо по трем касательным.

<i>по центру и радиусу</i>	Построение окружности с заданием центра и радиуса – первый щелчок задает центральную точку, второй определяет радиус. Зависимость касательности применяется в том случае, если вторая точка расположена на линии, дуге, окружности или эллипсе.
<i>по трем касательным</i>	Построение вписанной окружности, касательной к трем заданным отрезкам. Сначала указывается точка касания окружности и первого отрезка. Затем указывается точка касания окружности и второго отрезка. Третьей точкой определяется диаметр окружности (касательной третьей линии).

Этапы построения:

Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза, затем вариант построения.

Построение окружности по центру

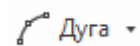


1. Выберите на ленте Вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Окружность: центр
2. Щелкнуть в графической области для выбора центра окружности.
3. Переместить курсор, просматривая предварительное изображение окружности, и щелкнуть в нужной позиции.
4. При необходимости создайте дополнительные окружности.
5. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.

Построение окружности, касательной к трем отрезкам



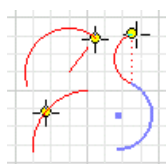
1. Выберите на ленте Вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Окружность: касательная.
2. Указать отрезок для задания первой касательной к окружности.
3. Указать следующий отрезок для задания второй касательной.
4. Переместите курсор на третий отрезок для предварительного просмотра окружности.
5. Указать третий отрезок для построения окружности, касательной к трем заданным отрезкам.
6. При необходимости создайте дополнительные окружности.
7. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.



ПОСТРОЕНИЕ ДУГ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ нажмите на стрелку под командой "Дуга" и выберите команду для определения типа дуги.

Есть два способа построения дуги: с помощью команды «Дуга» и с помощью команды «Отрезок».



Команда *Дуга* позволяет создавать дуги тремя способами: по трем точкам , по центру и двум конечным точкам , а также касательно к кривой в конечной точке .



Команда *Отрезок* позволяет создавать перпендикулярные или касательные дуги.

Этапы построения:

Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза.

Далее порядок построения зависит от выбранного варианта.

Построение дуги по трем точкам

- 
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Дуга по трем точкам.
 2. Щелкните в графическом окне для выбора начальной точки дуги.
 3. Переместите курсор и щелкните для выбора конечной точки дуги.
 4. Просмотрите направление дуги, перемещая курсор, а затем щелкните кнопкой мыши, чтобы выбрать точку на дуге.
 5. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение дуги по центральной точке

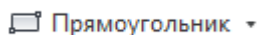
- 
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Центр дуги.
 2. Щелкните в графической области для выбора центра дуги.
 3. Щелкните для выбора радиуса и начальной точки дуги.
 4. Переместите курсор, просматривая предварительное изображение дуги, и щелкните для выбора конечной точки дуги.
 5. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение дуги, касательной к кривой

- 
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Касательная дуга.
 2. Переместите курсор к концу кривой, выделив конечную точку.
 3. Щелкните на конечной точке кривой, чтобы начать от нее построение дуги.
 4. Просмотрите дугу, перемещая курсор, а затем щелкните кнопкой мыши, чтобы выбрать конечную точку дуги.
 5. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение перпендикулярной или касательной дуги с помощью команды "Отрезок"

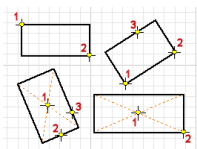
- 
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Отрезок.
 2. Для создания дуги указать конечную точку имеющегося отрезка, сплайна или дуги и, не отпуская кнопку мыши, переместите курсор. Выполняемое перетаскивание позволяет осуществить предварительный просмотр. При этом временно появляются вспомогательные линии, перпендикулярные и касательные к кривой в конечной точке. После того как кнопка будет отпущена, к эскизу добавляется дуга.
 3. Для построения перпендикулярной дуги перетащите конец дуги вдоль перпендикулярной вспомогательной линии или для построения касательной дуги перетащите конец дуги вдоль касательной вспомогательной линии.
 4. Дважды щелкните для выбора конечной точки дуги.
 5. При необходимости постройте дополнительные отрезки или дуги создавая цепочку непрерывных сегментов или дуг.
 6. Для завершения проецирования нажмите ESC или выберите другую команду.



Прямоугольник

СОЗДАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНИКА

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ Прямоугольник.



Предусмотрено два метода (по двум и трем точкам) и четыре способа создания прямоугольника, при этом каждая сторона прямоугольника представляет собой прямолинейный сегмент.

Прямоугольник: 2 точки	Щелкните две точки (в противоположных углах), чтобы задать длину и ширину. Такие прямоугольники ориентированы вдоль осей системы координат.
---------------------------	---

Прямоугольник: 3 точки	Задайте три точки, чтобы создать длину и ширину. Первая и вторая точки задают ориентацию прямоугольника и длину его первой стороны. Третьей точкой определяется длина смежной стороны относительно второй точки. Таким образом, ориентацию прямоугольника, построенного по трем точкам, можно задавать произвольно.
---------------------------	---

Этапы построения:

Сначала создайте (или отредактируйте эскиз), чтобы войти в среду эскиза.

Далее порядок построения зависит от выбранного варианта.

Построение прямоугольника по диагональным углам (две точки)



1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 2 точки.
2. Указать в графической области положение первого угла нового прямоугольника.
3. Переместить курсор по диагонали прямоугольника и указать положение противоположного угла.
4. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение прямоугольника по длине и ширине (три точки)



1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 3 точки.
2. Указать в графической области положение первого угла нового прямоугольника.
3. Переместить курсор и указать длину и направление первой стороны.
4. Переместить курсор и указать длину смежной стороны прямоугольника.
5. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение прямоугольника по центру и углу (две точки с указанием центра)

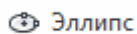


1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 2 точки с указанием центра.
2. С помощью мыши задайте в графическом окне центральную точку прямоугольника.
3. Переместите указатель и щелкните, чтобы указать размер сторон прямоугольника.
4. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.

Построение прямоугольника по центру, длине и ширине (три точки с указанием центра)



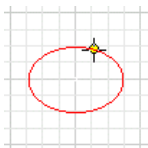
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ Прямоугольник: 2 точки с указанием центра.
2. С помощью мыши задайте в графическом окне центральную точку прямоугольника.
3. Переместить курсор и указать длину и направление первой стороны.
4. Переместить курсор и указать длину смежной стороны прямоугольника.
5. Для завершения нажмите ESC или выберите другую команду.



Эллипс

ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЛИПСА

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ Эллипс.



Эллипс: создается эллипс с использованием заданной центральной точки, большой и малой оси.

Этапы построения:



1. Сначала необходимо выбрать грань детали или рабочую плоскость в качестве плоскости эскиза. В новом файле уже имеется плоскость эскиза, поэтому можно сразу начинать создание эскиза.
2. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование", нажмите Эллипс.
3. Щелкните в графической области для выбора центра эллипса.
4. Переместите курсор для определения направления первой оси эллипса, которая обозначена осевой линией. Щелкните для определения направления и длины оси.
5. Переместить курсор, указывая длину второй оси эллипса. Затем щелкнуть в нужной позиции для создания эллипса.
6. Для завершения проецирования нажмите клавишу ESC или выберите другую команду.

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ Точка .

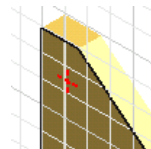
Точки могут быть как эскизными, так и центральными.

Эскизная точка – это точка, которая размещаются на плоскости 2D эскиза. Эскизные точки используются как команды построения, позволяющие позиционировать эскизную геометрию.

Центральные точки определяют положение элементов отверстий, вершины фигур. Создаваемые центры можно позиционировать с помощью контекстного меню в серединах, в центрах и на пересечениях существующей геометрии.

Центральные точки и точки эскиза можно удалить. Если точка используется в конструктивном элементе, от которого зависит геометрия других элементов, зависимые элементы либо изменяются, либо удаляются.

В графическом окне эскизные точки отображаются как точки. Центральные точки обозначаются перекрестиями.



Для переключения между стилями точек эскизная точка и центр нажмите "Центр" на панели "Формат" вкладки "Эскиз".



СОЗДАНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ "Многоугольник" .



Многоугольник: Создание эскизного многоугольника, имеющего до 120 сторон.

Предусмотрена возможность построения вписанного и описанного многоугольника.

Вписанный 	Размер и ориентация многоугольника определяются указанием его вершины.
Описанный 	Размер и ориентация многоугольника определяются указанием середины одной из его сторон.
Количество ребер	Максимальное допустимое количество сторон – 120.

Этапы построения:

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование", затем щелкните "Многоугольник".
2. В диалоговом окне "Многоугольник" нажмите кнопку "Вписанный" или "Описанный".
3. Задайте число сторон многоугольника.
4. Укажите центр многоугольника.
5. Переместить курсор до тех пор, пока образец на экране не примет нужный размер, и щелкнуть мышью.
6. Для завершения нажмите клавишу ESC и выберите другую команду или в диалоговом окне "Многоугольник" нажмите кнопку "Готово".



Сопряжение

СОПРЯЖЕНИЕ ЛИНИЙ НА ЭСКИЗАХ

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Рисование" ➤ "Сопряжение" .

Предусмотрено два вида сопряжений эскизных линий: скругление угла (вершины) и фаска.



Скругление угла (вершины) в эскизе путем построения дуги заданного радиуса в углу или месте пересечения двух линий. Дуга сопряжения касается кривых, обрезанных или расширенных в результате сопряжения.



Размещение фаски на эскизе в углу или на пересечении двух линий или двух непараллельных линий.

Этапы построения Скругления угла (вершины):

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните "Сопряжение".
2. Указать сопрягаемые линии.
3. В диалоговом окне "Радиус сопряжения" введите значение радиуса сопряжения для создания сопряжения. Чтобы продолжить построение сопряжения с тем же радиусом, нажмите кнопку со знаком равенства.
4. Для предварительного просмотра сопряжения переместить курсор на точку пересечения двух выбранных линий.
5. При необходимости введите другой радиус. Радиус продолжает действовать, до тех пор, пока не будет введено новое значение.
6. При необходимости выберите другие сопрягаемые линии.
7. Для завершения создания сопряжений нажмите ESC или выберите другую команду.



Примечание

Пересекающиеся линии обрезаются в местах соединения с дугой сопряжения.

За один вызов команды можно построить несколько сопряжений; причем их радиус определяется радиусом первого созданного сопряжения. Сопрягаться могут перпендикулярные и параллельные отрезки, концентрические, пересекающиеся и непересекающиеся дуги, сплайны, а также дуги с отрезками.

Этапы построения Фаски:

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Рисование" и щелкните Фаска.
2. Выбрать *метод* построения фаски и ввести значения параметров:
 -  Длина: введите расстояние смещения.
 -  Две длины: введите значения в полях "Длина 1" и "Длина 2".
 -  Длина и угол: введите значения длины фаски и угла.
3. Указать отрезки для снятия фаски.



Если необходимо, продолжить построение фасок. Затем нажать "ОК" для завершения.

Метод



Равное расстояние - определяет построение фаски равным расстоянием от угла или пересечения заданных отрезков.



Неравное расстояние - определяет построение фаски равным расстоянием от угла или пересечения заданных отрезков.



Расстояние и угол - определяет построение фаски углом от первого отрезка и расстоянием от угла или точки пересечения по второму отрезку.

Нанести размеры



Нанесение размеров на фаске.

Равенство параметров



Задание параметрической зависимости размеров последующих фасок, построенных в данной команде, от размеров первой фаски. Чтобы приравнять размеры всех последующих фасок, создаваемых в данной команде, параметрам первой фаски – оставить кнопку "Равенство параметров" включенной; для сохранения размеров всех фасок в виде отдельных числовых значений – отключить.

МАССИВ

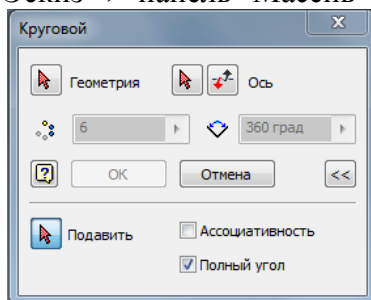
Используйте команды "Круговой массив"  или "Прямоугольный массив"  на вкладке "Эскиз", чтобы создать массив исходного эскиза.

На геометрию массива накладывается полная зависимость. Эти зависимости образуют группу. При удалении зависимости массива удаляются все зависимости, наложенные на геометрию массива.

Если удалить ассоциативное отношение между элементами массива, геометрия больше не будет массивом, а станет набором отдельных геометрических элементов, которые можно редактировать по отдельности. Опции контекстного меню массива на эскизе становятся недоступными.

Этапы построения кругового массива  :

1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Массив" и нажмите Круговой .



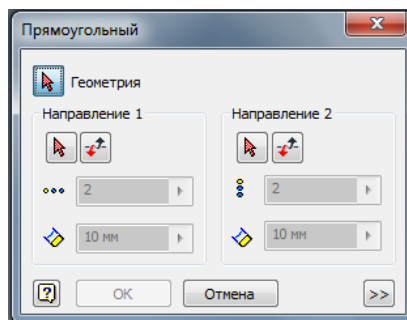
2. Выберите геометрию на эскизе для включения в массив.
3. Выбор оси кругового массива. Выберите команду "Ось", а затем точку, вершину или рабочую ось для использования в качестве оси для создания массива.



- Сменить направление  – смена направления массива на обратное.
4. В поле "Количество" указать число элементов массива (включая исходный элемент).
 5. Укажите угол, используемый для построения кругового массива.
 6. При необходимости нажмите кнопку дополнительных параметров, а затем выберите один или несколько параметров.
 - **Подавить**: подавление выбранных элементов массива. Изменение стиля линии на пунктирный. Подавленные элементы не включаются в контуры и не отображаются в эскизах чертежей. В элементах, поглощающих геометрию, элементы необходимо подавлять вручную.
 - **Ассоциативный**: массив будет обновлен, если в деталь будут внесены изменения. Для возможности редактирования отдельных элементов массива (обрезать и т.д.) флажок ассоциативность необходимо убрать.
 - **Полный угол**: элементы массива равномерно распределяются внутри заданного угла. Если опция отключена, то интервал задает расстояние между соседними элементами.
 7. Нажать "ОК" для построения массива.

Этапы построения прямоугольного массива  :

1. Выберите на ленте Вкладку "Эскиз" ➤ панель "Массив", выберите "Прямоугольный"



2. Выберите геометрию на эскизе для включения в массив.

3. Нажать кнопку "Направление 1". Выбрать геометрический элемент, определяющий первое направление прямоугольного массива.

Сменить направление  – смена направления массива на обратное.

4. В поле "Количество" указать число элементов массива (включая выбранную геометрию).
5. В поле "Интервал" указать протяженность массива в направлении 1. В этом поле можно использовать параметрическое уравнение.
6. Нажать кнопку "Направление 2". Выбрать геометрический элемент, определяющий второе направление прямоугольного массива. Задать число элементов и протяженность массива в направлении 2.
7. При необходимости нажмите кнопку дополнительных параметров, а затем выберите один или несколько параметров.
 - *Подавить*: подавление выбранных элементов массива. Изменение стиля линии на пунктирный. Подавленные элементы не включаются в контуры и не отображаются в эскизах чертежей. В элементах, поглощающих геометрию, элементы необходимо подавлять вручную.
 - *Ассоциативный*: задание ассоциативности массива. Если флажок не установлен, зависимости удаляются, и массив будет обновляться только при изменении элемента. Отдельные кривые можно удалять.
 - *Полный угол*: метод задания интервалов массива в полях "Интервал". Если опция включена, то заданные значения определяют расстояния между первым и последним элементами массива вдоль каждого направления. *Если флажок не установлен, интервал массива определяется расстоянием между его элементами, а не значением расстояния, заданным при построении массива.*
8. Нажать "ОК" для построения массива.



ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ

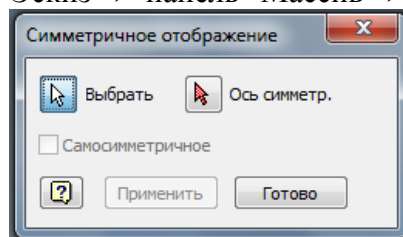
Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Массив" ➤ "Зеркальное отражение"



Используйте команду "Зеркальное отражение"  на вкладке "Эскиз" для создания зеркально отраженного отображения выбранной геометрии эскиза относительно заданного отрезка, выбранного в качестве оси симметрии.

Этапы построения:

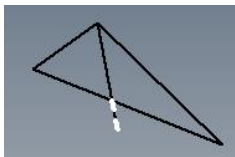
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ➤ панель "Массив" ➤ "Зеркальное отражение".



2. В диалоговом окне "Зеркально отраженное отображение" нажмите "Выбор" и укажите отображаемую геометрию.
3. В диалоговом окне нажмите "Ось симметрии" и укажите ось симметрии, относительно которой отображается эскизная геометрия.
4. В диалоговом окне нажать кнопку "Применить" для выполнения зеркально отраженного отображения выбранной геометрии, затем "Готово".

На зеркально отраженную геометрию автоматически накладываются зависимости симметрии, однако после зеркально отраженного отображения сегменты можно удалять и редактировать, сохраняя при этом их зеркально отраженное отображение.

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Изменить" ➤ "Обрезать" 



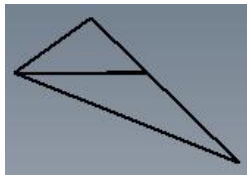
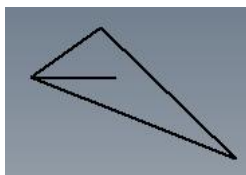
Используйте команду "Обрезать" на вкладке "Эскиз" панели «Изменить» для обрезания кривых и удаления сегментов кривых.

В 3D эскизе выполняется обрезка кривых до пересечений с гранью, рабочей плоскостью или поверхностью.

Обрезка кривых производится без выбора границ (режущей кромки) непосредственным указанием обрезаемой части. Размерные и геометрические зависимости могут влиять на операцию обрезки.

Удлинить **УДЛИНЕНИЕ КРИВОЙ**

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панели "Изменить" ➤ "Удлинить" 



Используйте команду " Удлинить " на вкладке "Эскиз" панели «Изменить» чтобы удлинить кривые.

В 3D эскизе выполняется удлинение кривых до пересечений с гранью, рабочей плоскостью или поверхностью.

Удлинение кривых производится без выбора границ непосредственным указанием удлиняемой части.

Размерные и геометрические зависимости могут влиять на операцию обрезки.

Для временного выполнения операции удлинения во время обрезки нажмите и удерживайте клавишу Shift. Операция обрезки возобновляется при отпускании клавиши Shift.

УДАЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КРИВЫХ В ЭСКИЗЕ

Для удаления отдельных кривых в эскизе щелкните кривую и нажмите клавишу Delete.

РЕДАКТИРОВАНИЕ ЭСКИЗОВ

Редактирование эскиза, который еще не используется в элементе

1. Выберите эскиз, который требуется отредактировать.
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши на значке эскиза в браузере и выбрать "Редактировать эскиз" из контекстного меню.
3. Измените эскиз с помощью команд на вкладке "Эскиз":
 - Выберите команду "Размеры" и щелкните по кривой, на которую требуется нанести размер.
 - Выберите команду зависимости и щелкните по геометрии, на которую требуется нанести зависимость.
 - Выберите команду "Эскиз" и добавьте или измените кривые нужным образом.

Редактирование эскиза, который уже используется в элементе

1. В браузере выберите конструктивный элемент с эскизом, который требуется отредактировать.
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать "Редактировать эскиз" из контекстного меню.
3. Измените эскиз с помощью команд на вкладке "Эскиз":
 - Выберите команду "Размеры" и щелкните по кривой, на которую требуется нанести размер.
 - Выберите команду зависимости и щелкните по геометрии, на которую требуется нанести зависимость.
 - Выберите команду "Эскиз" и добавьте или измените кривые нужным образом.
4. Нажмите "Обновить" для внесения изменений эскиза в элемент.

Примечание

Если при редактировании эскиза элемента (профиля) существенно изменяется его форма или размер, следует отредактировать элемент с целью правильного обновления. Щелкните

правой кнопкой мыши значок эскиза в браузере и выберите в контекстном меню команду "Редактировать элемент". Далее нужно указать измененный исходный эскиз, ввести необходимые значения и нажать "ОК" для обновления конструктивного элемента.

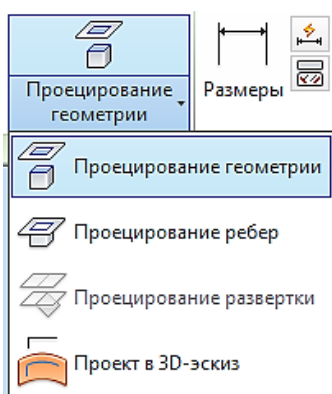
УДАЛЕНИЕ ЭСКИЗА

1. Выбрать в браузере удаляемый эскиз.
2. Нажать клавишу *Delete* или щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать "Удалить" из контекстного меню.

ПРОЕЦИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ

Создание ссылочной геометрии путем проецирования объектов модели (ребер и вершин), контуров, рабочих элементов или объектов другого эскиза на активную плоскость эскиза.

Вызов: Лента: вкладка "Эскиз" ➤ панель "Рисование" ➤ "Проецирование геометрии" 



Спроецированную геометрию используют:

- в текущем эскизе в качестве профиля или траектории;
- для наложения геометрических или размерных зависимостей на кривые и точки эскиза;
- для создания детали в сборке

Зависимости

Зависимости нужны для ограничения степеней свободы рабочей геометрии, то есть для ограничения изменения формы и расположения эскиза.

В среде построения эскизов Autodesk Inventor существует два типа зависимостей: геометрические и размерные.

В строке состояния в нижней части графического окна отображается количество размеров, которое требуется для полного ограничения эскиза. При создании эскиза можно применить геометрические или размерные зависимости, чтобы сократить это количество до нуля и полностью ограничить (или стабилизировать) геометрию эскиза.

Геометрические зависимости

Геометрические зависимости создаются автоматически при создании эскиза между линиями, дугами и другими объектами геометрии. После создания геометрии эскиза для стабилизации формы или расположения эскиза можно дополнительно наложить зависимости вручную. По завершении формирования отображается символ зависимости и, если необходимо, пунктирные линии выравнивания. Геометрические зависимости позволяют редактировать эскиз и получать предсказуемые результаты.

Размерные зависимости

Параметрические размеры, тип зависимости в эскизе, позволяют определить размер и положение геометрии. Размеры создаются автоматически при вводе значений в поля ввода во время создания геометрических объектов или вручную с помощью команды "Размеры". Значения размера могут быть выражены числовыми постоянными (номинальный размер), переменными в уравнении или файле параметров. Размеры, которые рассчитываются по формулам (например, $d5=d2$), отображаются с префиксом "*fx*". Для изменения размера связанной геометрии необходимо отредактировать размер. Размеры эскиза можно редактировать как до, так и после того, как эскиз станет частью элемента. Если эскиз не поглощен элементом, то его размеры отображаются и доступны для редактирования. В противном случае следует выбрать этот элемент в браузере, а затем выполнить редактирование эскиза.

Если в результате применения размера эскиз станет чрезмерно определенным, можно принять или отменить его нанесение. При принятии размер сохраняется как ссылочный параметр, его значение заключается в круглые скобки, обновление выполняется после изменения обычных размеров.

Кроме того, можно выбрать способ отображения размеров с помощью параметров в строке состояния в нижней части графического окна. Выберите значения в полях "Значение", "Имя", "Выражение", "Допуск" или "Точное значение".

Отображение зависимостей по умолчанию

1. На эскизе перейдите на вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Настройки зависимости .
2. На вкладке "Общие" в разделе "Зависимость" выберите любой из следующих пунктов:
 - Отображать зависимости при создании. В Inventor зависимости отображаются при создании геометрии или зависимостей. Отображение зависимостей будет скрыто автоматически после завершения текущей команды и при выполнении графического изменения, например, при рисовании нового объекта эскиза или наложении новой зависимости и т. д.
 - Отображать зависимости для выбранных объектов. Выделение зависимостей геометрии при их выборе в графическом окне. Все отображаемые зависимости можно выбрать и удалить.
 - Отображать зависимости совмещения в эскизе. Отображение символа зависимости совмещения при создании зависимости.
3. Нажмите "ОК".

Отображение и скрытие зависимостей

В активном эскизе выполните любое из следующих действий:

- Чтобы показать или скрыть зависимости для всех активных геометрий эскиза, выберите в строке состояния "Показать все зависимости"  или "Скрыть все зависимости" .
- F8 – показать все зависимости, F9 – скрыть зависимости.
- Чтобы скрыть символ определенной зависимости, щелкните его правой кнопкой мыши и нажмите "Скрыть".
- Чтобы выделить все связанные геометрии и пары для значков зависимости, наведите указатель на символ зависимости.

Перемещение или удаление зависимостей

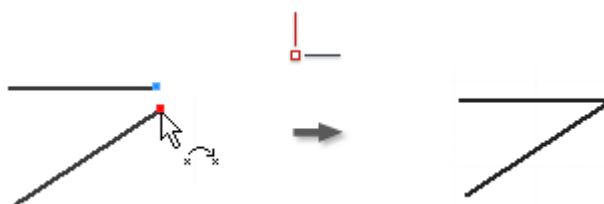
- Нажмите и перетащите символ зависимости, чтобы переместить его. При перемещении геометрии относительное положение символа будет сохраняться. Однако при отключении и последующем включении видимости устанавливается положение обозначения зависимости по умолчанию относительно геометрии.
- Чтобы удалить зависимость, щелкните ее символ, а затем нажмите кнопку "Удалить". Также можно выбрать геометрию, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать "Удалить зависимости".

Автоматическое применение зависимостей

При создании 2D-эскиза наложение и применение геометрических зависимостей выполняется автоматически. Чтобы временно отключить наложение зависимостей, удерживайте нажатой клавишу CTRL. Используйте сочетание клавиш **CTRL + I** для включения и отключения параметра "Формирование зависимостей".

Наложение зависимости совмещения

Зависимость совмещения позволяет наложить зависимость для двух точек или разместить одну точку на кривой.



Желтая точка обозначает наличие зависимости совмещения. Чтобы определить геометрию, на которую наложена зависимость, наведите курсор на желтую точку. Отобразится символ зависимости совмещения. Наведите курсор на символ для отображения соответствующей геометрии.

Зеленая точка означает, что зависимости совмещения настроены на удаление при разрешенном перетаскивании в режиме отмены.

4. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Зависимость совмещения .

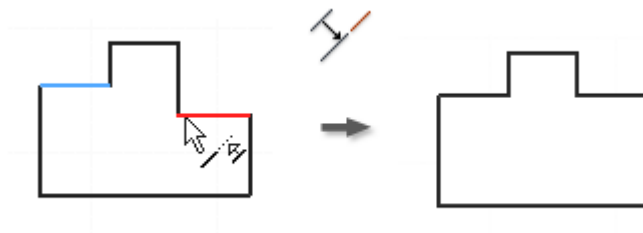
5. Щелкните в графическом окне, чтобы задать точку для наложения зависимости.

6. Выберите геометрию, с которой будет связана точка.

7. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

При выполнении команды "Отрезок" зависимость совмещения в конечных точках создается автоматически.

Наложение зависимости коллинеарности



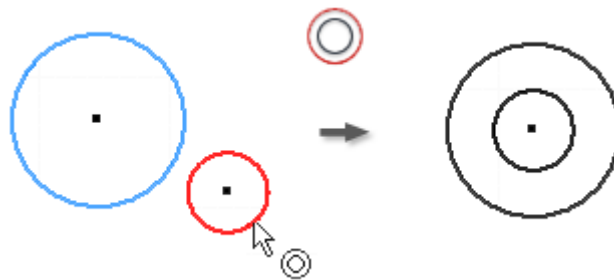
1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Зависимость коллинеарности .

2. Выберите первый отрезок.

3. Выберите второй отрезок в том же эскизе.

4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости концентричности (2D-эскизы)



Зависимость концентричности приводит к совмещению начала координат двух дуг, окружностей или эллипсов.

Примечание: при наложении зависимости концентричности результат будет таким же, как и при наложении зависимости совмещения на начало координат.

1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ➤ панель "Зависимость" ➤ Зависимость концентричности .

2. В графическом окне выберите первую дугу, окружность или эллипс.

3. Укажите вторую кривую, которая должна располагаться концентрично относительно первого выбранного элемента.

4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости фиксации



С помощью зависимости фиксации выполняется закрепление точек и кривых в положении относительно системы координат эскиза. При перемещении или повороте системы координат эскиза фиксированные кривые или точки движутся вместе с ней.

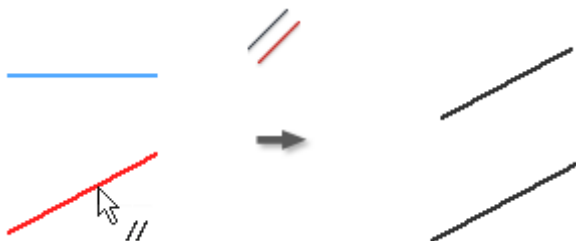
При наложении зависимости фиксации:

- Линии фиксируются по расположению и углу, однако конечные точки могут перемещаться, вследствие чего длина линии может изменяться.
- У окружностей и дуг фиксируются центр и радиус.
- Конечные точки отрезков и дуг могут перемещаться по направлению радиуса или длины.
- Отрезки и дуги могут поворачиваться вокруг фиксированных конечных точек и центров.
- У окружностей и эллипсов фиксируются местоположение, размер и ориентация.

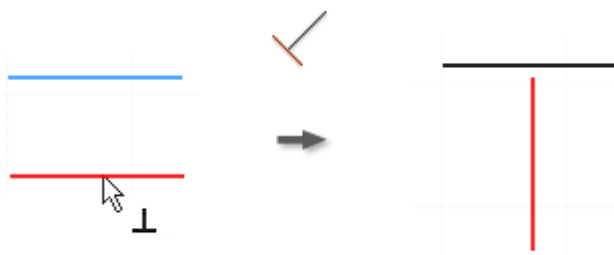
1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Фиксация .
2. В графическом окне выберите кривую, начало координат, среднюю точку или точку.
3. Если необходимо, продолжите выбор кривых или точек для фиксации.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Применение зависимости параллельности или перпендикулярности

В результате наложения зависимости параллельности выбранные линии и оси эллипса располагаются параллельно друг другу.



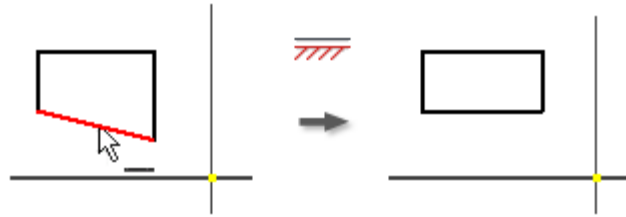
В результате наложения зависимости перпендикулярности выбранные линии, кривые или оси эллипсов располагаются под углом 90 градусов по отношению друг к другу.



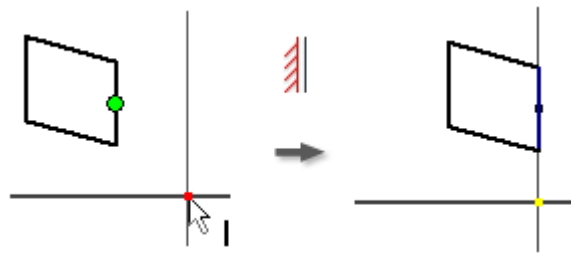
1. В активном эскизе выберите один из следующих вариантов:
- вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Зависимость параллельности 
 - вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Зависимость перпендикулярности 
2. В графическом окне выберите первую линию, кривую или ось эллипса.
 3. Укажите вторую линию, кривую или ось эллипса.
 4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости горизонтальности или вертикальности

В результате наложения зависимости горизонтальности  линии, оси эллипсов или пары точек располагаются параллельно оси X системы координат.



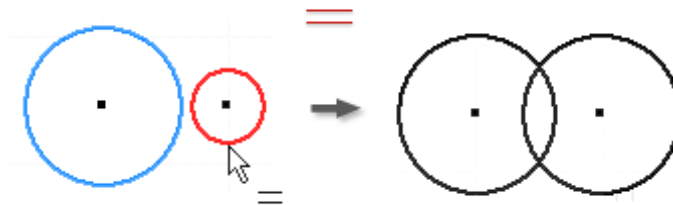
В результате наложения зависимости вертикальности  линии, оси эллипсов или пары точек располагаются параллельно оси Y системы координат.



1. Выберите на ленте вкладку "Эскиз" > панель "Зависимость" > Зависимость горизонтальности  или вкладку "Эскиз" > панель "Зависимость" > Зависимость вертикальности .

2. В графическом окне выберите линию, ось эллипса или две точки.
3. При необходимости выберите дополнительные отрезки, оси эллипсов или пары точек.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

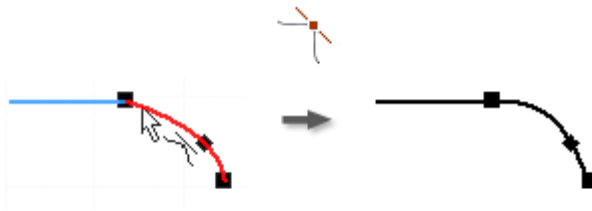
Наложение зависимости равенства



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" > панель "Зависимость" > Равенство .
2. В графическом окне выберите первую окружность, дугу или линию.
3. Укажите вторую кривую того же типа, чтобы они стали равного размера.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости сглаживания (G2) (2D-эскизы)

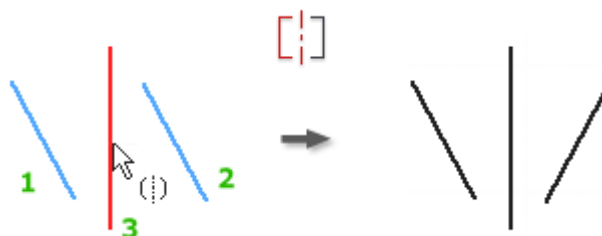
В результате наложения зависимости сглаживания (G2) между сплайном и другой кривой (например, линией, дугой или сплайном) создается условие постоянной кривизны (G2).



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Сглаживание (G2).
2. Для добавления зависимости сглаживания выберите в графическом окне сплайн и кривую, прикрепленную к конечной точке сплайна. Кривизна сплайна настраивается, как требуется, для создания условия G2.
3. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Наложение зависимости симметричности

В результате наложения зависимости симметричности выбранные линии или кривые располагаются пропорционально относительно выбранной линии. При этом сегменты, зависящие от выбранной геометрии, при наложении зависимости меняют свою ориентацию.

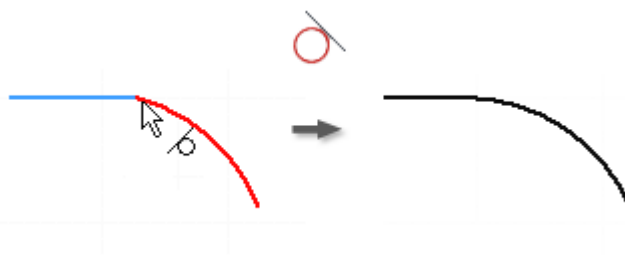


1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Симметричность.
2. В графическом окне выберите первую линию или кривую.
3. Укажите второй отрезок или кривую.
4. Указать ось симметрии.
5. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

При наложении зависимостей симметричности необходимо учитывать следующее.

- Если удалить линию симметрии, зависимости симметричности также удаляются.
- На выбранные отрезки и дуги накладываются зависимости симметричности относительно указанного отрезка для создания зеркально отраженной формы. Вся геометрия, привязанная к выбранным формам, также перемещается при наложении зависимости.
- Линия симметрии может быть любого типа.

Наложение зависимости касательности



1. В активном эскизе выберите вкладку "Эскиз" ► панель "Зависимость" ► Касательность.
2. В графическом окне щелкните первую кривую.
3. Указать вторую кривую.
4. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите "Готово", нажмите клавишу ESC или выберите другой инструмент или команду.

Часть 2

РАБОТА С КОНТУРОМ



ВЫДАВЛИВАНИЕ

Вызов: Лента: вкладка «3D модель» ➤ панель «Создать» ➤ «Выдавливание» 

Выдавленные элементы являются строительными блоками для создания и изменения твердых тел в составе детали. Для выдавливания задаются направление, глубина, угол конуса и метод ограничения.

Создание элемента выдавливания

Команда "Выдавливание" создает элемент или тело, добавляя глубину для замкнутого или разомкнутого контура или области. Для создания конструктивных элементов сборки следует использовать только замкнутые контуры.

Выдавливание элемента или тела

Вначале необходимо создать или выбрать контур или область, представляющие собой поперечное сечение будущего выдавленного элемента или тела.

1. Выберите на ленте вкладку «3D модель» ➤ панель «Создать» ➤ «Выдавливание».
2. Если в эскизе только один (замкнутый) контур, он выделяется автоматически. При наличии нескольких контуров нажмите кнопку "Контур" и выберите нужный контур. При выборе можно использовать инструмент "Выбрать другое".
3. Если в файле детали имеется несколько тел, нажмите "Выбор тел", чтобы указать тела, которые будут задействованы.
4. Выберите результат построения: "Тело" или "Поверхность". При построении базового конструктивного элемента на основе разомкнутого контура доступна только кнопка "Поверхность". При выполнении выдавливания в сборках доступна только кнопка "Тело".
5. В разделе "Операция" выберите команды Объединение  (добавление объема), Вычитание  (удаление объема) или Пересечь  (создание нового конструктивного элемента, занимающего объем пересечения выдавленного и имеющегося конструктивного элемента. Весь остальной материал удаляется) для пересечения с другим элементом.
6. В группе "Ограничение" откройте список и выберите метод ограничения выдавливания: Расстояние, До следующего, Между или Все. Некоторые методы недоступны при создании базового конструктивного элемента.
 - Для параметра "Направление" (в одном направлении  ) или "Симметрия" (выдавливание в двух направлениях с половиной общего значения  ) введите расстояние выдавливания.
 - Для параметра "Асимметрично" (выдавливание в двух направлениях с различными значениями ) введите положительное значение расстояния. Введите второе значение для отрицательного расстояния.
 - Для метода "До следующего" нажмите одну из кнопок для выбора направления выдавливания. Метод недоступен при выдавливании в сборках.
 - Для метода "До" щелкните точку эскиза, рабочую точку, вершину модели, рабочую плоскость или конечную ограничивающую плоскость.
 - Для метода "Между" укажите исходную и конечную ограничивающие плоскости.
 - Для метода "Все" нажать одну из кнопок для выбора направления выдавливания.
7. На вкладке "Дополнительно" при необходимости введите угол конуса. В графическом окне направление сужения/расширения отображается стрелкой. При использовании параметра "Расстояние - расстояние" угол конуса может быть применен в обоих направлениях. Выбранное направление схематично изображается на модели в графической области.
8. При необходимости установите флажок "Формирование конструктивных пар" для автоматической вставки конструктивной пары в замкнутый контур (например, выдавленных цилиндров, элементов вращений и отверстий).
9. Нажмите кнопку "ОК".



Возможными результатами применения инструмента являются тело и поверхность.



Тело – создание твердотельного элемента на основе контура (замкнутого или разомкнутого). Базовый элемент можно создать только на основе замкнутого контура.



Поверхность – создание элемента поверхности на основе замкнутого или разомкнутого контура. Может использоваться как вспомогательная поверхность, которая ограничивает другие элементы, или как инструмент разделения для создания разделенной детали или для разделения детали на несколько тел. При выдавливании в сборках и для примитивов создание поверхностей невозможно.

Задание операции, определяющей взаимодействие с имеющимися элементами.

Выдавливаемый элемент может объединяться с другим элементом, вычитаться из него или образовывать с ним пересечение. Если создается базовый конструктивный элемент, то выбор этих операций недоступен.



Объединение Добавление объема, созданного выдавленным элементом, к другому элементу или телу. Метод недоступен при выдавливании в сборках.



Вычитание Удаление объема, созданного выдавленным элементом, из другого элемента или тела.



Пересечь – создание нового конструктивного элемента, занимающего объем пересечения выдавленного и имеющегося конструктивного элемента. Весь остальной материал удаляется. Метод недоступен при выдавливании в сборках.

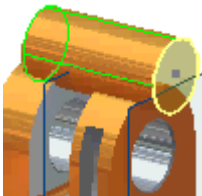


Новое тело Создание нового твердого тела. Данная команда выбирается по умолчанию, если выдавливаемый элемент является первым твердотельным элементом в файле детали. Используйте эту команду, чтобы создать новое тело в файле детали, в котором уже имеются другие твердые тела. Каждое тело представляет собой набор независимых элементов, не связанных с другими телами. Тело может иметь общие элементы с другими телами.

Задание метода ограничения и глубины выдавливания.

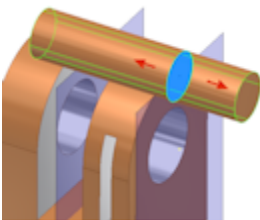
Метод ограничения выбирается из раскрывающегося списка.

Выдавливание может быть определено глубиной, либо ограничено рабочей плоскостью, вспомогательной поверхностью или гранью детали (плоской, цилиндрической, сферической или тороидальной).

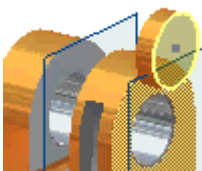


Расстояние - это метод, который используется по умолчанию и выполняет выдавливание в одном направлении. Выдавливание определяется значением глубины, то есть расстоянием от плоскости эскиза до конечной плоскости. Глубина выдавливания вводится в числовом поле диалогового окна, после чего в графической области появляется образец нового элемента. Конечная грань выдавливания располагается параллельно плоскости эскиза.

Направление выдавливания задается кнопками  .

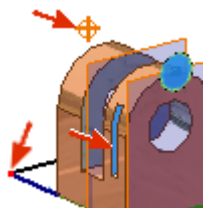


В случае использования   **Расстояние** - выполняет выдавливание в двух направлениях: в положительном и отрицательном (симметрично или асимметрично). Вначале следует выбрать параметр "Длина" из раскрывающегося списка "Границы" для активации команды "Азеркально отраженно". Чтобы активировать ее, щелкните элемент "Азеркально отраженно" и введите второе значение глубины для противоположной длины. Команда "Обратить" изменяет вектор направлений таким образом, что положительная глубина становится отрицательной, а отрицательная — положительной.



Метод **До следующего** позволяет выбрать ближайшую возможную грань или плоскость в качестве ограничения выдавливания в заданном направлении. Направление задается кнопками смены направления или перемещением контура мышью. Метод недоступен при выдавливании в сборках и создании базовых элементов.

В качестве ограничения можно выбрать тело или поверхность. Направление выдавливания задается кнопками.



До – при выдавливании деталей пользователь может выбрать ограничивающую точку, вершину, грань или плоскость. При работе с точками элемент будет ограничен плоскостью, параллельной области эскиза, которая проходит через выбранную точку или вершину. При работе с гранями выдавливаемый элемент может быть ограничен либо самой выбранной гранью, либо ее продолжением.

При работе со сборками доступен выбор элементов выдавливания, точек эскиза, точек, граней и плоскостей из других компонентов. Выбираемые рабочие плоскости и рабочие точки должны находиться на том же уровне сборки, что и создаваемая сборка.

Если элемент выдавливания ограничивается гранью или плоскостью, следует установить параметры на вкладке "Дополнительно". Примерами подобных граней являются цилиндрическая грань и нерегулярная поверхность.

С помощью параметров группы "Альтернатива" на вкладке "Подробности" можно изменить направление. По умолчанию элемент выдавливания будет ограничен гранью, находящейся на максимальном расстоянии. Установив флажок "Простейшее решение", пользователь указывает для ограничения ближайшую из возможных граней.



Параметр *Между* при работе с деталями позволяет выбрать начальную и конечную грань или плоскость, которыми завершается выдавливание.

Ограничения (грань или плоскость) необходимо выбирать и при работе со сборками. Грань или плоскость может располагаться на другом компоненте. При этом расположение грани или плоскости в сборке не должно изменяться. Метод недоступен для базовых конструктивных элементов.

Если выбранные грани не позволяют однозначно ограничить элемент выдавливания, следует установить параметры на вкладке "Подробности". Примерами подобных граней являются цилиндрическая грань и нерегулярная поверхность.

С помощью параметров группы "Альтернатива" на вкладке "Подробности" можно изменить направление. По умолчанию элемент выдавливания будет ограничен гранью, находящейся на максимальном расстоянии. Установив флажок "Простейшее решение", пользователь указывает для ограничения ближайшую из возможных граней.



Все – выдавливание через все конструктивные элементы и эскизы в определенном направлении. Направление задается кнопками смены направления или перемещением контура мышью. Для этого метода недоступна функция "Объединение"



ВРАЩЕНИЕ

Вызов: Лента: вкладка «3D модель» ➤ панель «Создать» ➤ «Вращение» 

Контур Выбор контура для вращения. Если имеется несколько контуров, ни один из которых не выбран, нажмите "Контур", затем мышкой выделите один или несколько контуров в графическом окне. Удерживая нажатой клавишу *Ctrl*, можно исключать отдельные контуры из набора.

Этапы создания:

1. Выберите на ленте вкладку "3D модель" ➤ панель "Создать" ➤ Вращение.
2. Если в эскизе имеется единственный контур, то он выделяется автоматически. При наличии нескольких контуров нажмите кнопку "Контур" и выберите нужный контур для вращения. В качестве контуров могут использоваться только непоглощенные эскизы на активной плоскости построений.



3. Нажмите кнопку "*Ось*" и укажите ось на активной плоскости эскиза.
4. Если в детали имеется несколько твердых тел, нажмите "Тела" и выберите участвующие тела.
5. Если выбран разомкнутый контур, установите флажок "*Повторить форму*" и выберите сохраняемую сторону. Воспроизведение осуществляется от продолжения открытых концов контура и определяется формой тела. Функция доступна только для разомкнутых контуров в среде деталей.
6. В разделе "*Операция*" выберите команды Объединение , Вычитание  или Пересечь  для пересечения с другим элементом. В разделе "*Операция*" нажмите "Новое тело", чтобы создать новое твердое тело.
7. Выберите результат построения: "*Тело*" или "*Поверхность*".
8. Откройте список "*Ограничение*" и выберите метод для ограничения вращения. Некоторые методы недоступны при создании базового конструктивного элемента.
 - Для метода "*Угол*" выберите направление вращения или укажите вращение в обе стороны от оси.
 - Для параметра "*Угол - угол*" введите значение углового смещения для вращения в положительном направлении. Введите второе значение углового смещения для вращения в отрицательном направлении.
 - Для метода "*До*" щелкните точку эскиза, рабочую точку, вершину модели или конечную ограничивающую плоскость.
 - Для метода "*Между*" укажите исходную и конечную ограничивающую плоскость.
 - Для метода "*Полный круг*" выберите направление вращения.
 - Для метода "*До следующего*" нажмите на тело, чтобы завершить создание элемента.
9. Щелкните команду направления для вращения элемента в обоих направлениях с различными значениями или равномерно. Выбранное направление схематично изображается на модели в графической области.
10. Если требуется, установите флажок "*Повторение формы*" при выборе разомкнутого контура. Выбор типа дублирования фигуры: повторение контура или повторение формы.
11. При необходимости установите флажок "*Формирование конструктивных пар*" для автоматической вставки конструктивной пары в замкнутую петлю.

Задание операции, определяющей взаимодействие с имеющимися конструктивными элементами.

Элемент вращения может объединяться с другим элементом, вычитаться из него или образовывать пересечение с ним. Если создается базовый конструктивный элемент, то выбор этих операций не доступен.

	<i>Объединение</i> Добавление созданного элементами вращения объема к другому элементу или телу. При работе со сборками параметр недоступен.
	<i>Вычитание</i> Удаление объема, созданного элементом вращения, из другого элемента или тела.
	<i>Пересечение</i> Создание элемента, занимающего объем пересечения элемента вращения и другого элемента или тела. Весь остальной материал удаляется. При работе со сборками параметр недоступен.
	<i>Новое тело</i> Создание нового твердого тела. Данная команда выбирается по умолчанию, если создаваемый вращением элемент является первым твердотельным элементом в файле детали. Используйте эту команду, чтобы создать новое тело в файле детали, в котором уже имеется одно или несколько твердых тел. Каждое тело представляет собой набор независимых элементов, не связанных с другими телами. Тело может иметь общие элементы с другими телами.

Задание метода вращения и углового смещения контура относительно осевой линии.

Метод ограничения выбирается из раскрывающегося списка. Построение элемента вращения может ограничиваться заданным углом, рабочей плоскостью или гранью детали.

Метод *Угол* по умолчанию принимает только одно угловое значение. Вращение контура выполняется на заданный угол.

С помощью кнопок со стрелками можно указать направление вращения или выполнить операцию в обе стороны относительно оси вращения.

Метод *Угол* – *угол* принимает два угловых значения для вращения профиля в двух направлениях: в положительном и отрицательном. Для активации щелкните элемент "Ассиметрично" и введите второе угловое значение.

Стрелки направления меняют местами угловые смещения таким образом, что положительный угол становится отрицательным, а отрицательный - положительным.

Полное – вращение контура на 360 градусов.

До – при создании элемента вращения для детали выбор завершающей грани или плоскости, на которой будет заканчиваться вращение. Выдавливаемый элемент может быть ограничен либо самой выбранной гранью, либо ее продолжением.

При создании элементов вращения для сборки выбирается ограничивающая грань или плоскость. Грань или плоскость может располагаться на другом компоненте. Расположение грани или плоскости в сборке не должно изменяться.

Параметр *Между* при создании элементов вращения позволяет выбрать начальную и конечную грань или плоскость, которыми завершается вращение.

При создании элементов вращения для сборки выбирается ограничивающая грань или плоскость. Грань или плоскость может располагаться на другом компоненте. Расположение грани или плоскости в сборке не должно изменяться. Метод недоступен для базовых конструктивных элементов.

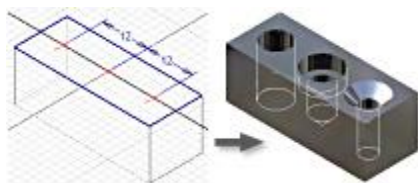
Метод *До* следующего позволяет выбрать ближайшую возможную грань или плоскость в качестве ограничения вращения в заданном направлении. Перетаскивание профиля изменяет направление вращения на каждой из сторон эскизной плоскости. Метод недоступен при вращении в сборках и создании базовых элементов. В качестве ограничения вращения можно выбрать тело или поверхность. Направление выдавливания задается кнопками.

Часть 3

РАБОТА С КОНСТРУКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



ОТВЕРСТИЕ

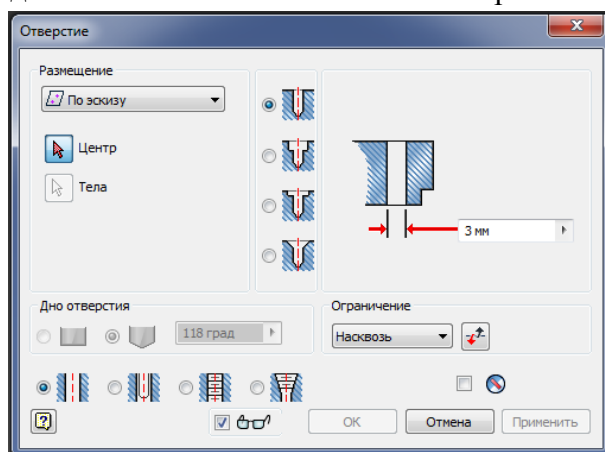


В среде работы с деталями и сборками можно создавать цекованные и зенкованные отверстия, отверстия с местом под уплотнение и высверленные отверстия с нестандартной резьбой. При этом типы дна отверстия отвечают различным конструктивным требованиям. Можно задать простое, резьбовое, конусное резьбовое или крепежное отверстие и добавить типы резьбы из таблицы данных резьбы.

В диалоговом окне "Отверстия" можно установить допуски для размеров отверстий. Для этого нужно в области предварительного просмотра диалогового окна щелкнуть правой кнопкой мыши на окне редактирования размера и выбрать "Допуск".

При работе с деталями в одном конструктивном элементе может объединяться несколько отверстий с одинаковыми параметрами (диаметром и методом ограничения). Различные отверстия могут создаваться из одного общедоступного эскиза с набором центральных точек.

Вызов: Лента: вкладка "3D модель" ➤ панель "Изменить" ➤ Отверстие 



<i>Размещение</i>	В раскрывающемся списке выберите один из способов размещения элементов:
–По эскизу	Для построения отверстия требуется точка центра, нанесенная на эскизе с помощью команды "Точка/Центр". <i>Центры</i> – в качестве центров можно указывать конечные и центральные точки имеющейся геометрии. Точки эскиза в пределах выбранной области так же могут служить в качестве центров отверстий. Автоматически выделяются заранее нанесенные центры. Все отверстия, созданные за одну операцию, имеют одинаковые параметры (диаметр, ограничение и тип).
–Линейные размеры	Отверстия на грани создаются относительно двух прямых ребер. Выберите грань, на которой необходимо создать отверстие, а затем два линейных ребра для указания центра отверстия. <i>Грань</i> – выбор грани для размещения отверстия. <i>Ребро 1</i> – выбор первого линейного ребра для задания центра отверстия. <i>Ребро 2</i> – выбор второго линейного ребра для задания центра отверстия.
–Концентричность	Создание на плоскости отверстия, концентричного выбранному круговому ребру или цилиндрической грани. Выберите грань или рабочую плоскость, на которой необходимо создать отверстие, а затем дуговое ребро или грань, центр окружности которой будет концентричен центру отверстия.

	<i>Плоскость</i> – выбор плоской грани или рабочей плоскости для размещения отверстия. <i>Концентричное ребро</i> – выбор объекта, концентричного к центру отверстия. Выберите дуговое ребро или цилиндрическую грань.
– В точке	Создание отверстий, центры которых совпадают с рабочей точкой и располагаются относительно оси, ребра или рабочей плоскости. Сначала выбирается рабочая точка в качестве центра отверстия, а затем выбирается плоская грань или рабочая плоскость, перпендикулярная оси отверстия, или ребро или ось, параллельные оси отверстия. <i>Точка</i> – выбор рабочей точки для указания центра отверстия. <i>Направление</i> – определение направления оси отверстия. Выберите плоскую грань или рабочую плоскость, перпендикулярную оси отверстия, или ребро или ось, параллельные оси отверстия. <i>Изменить направление</i> – изменение направления отверстия.
Центр	Выбор места для центра отверстия.
Тела	Недоступно для деталей, состоящих из одного тела. Для мультидеталей - выбираются задействованные твердые тела.
Тип отверстия	В зависимости от выбранного типа отверстия его размеры задаются в области предварительного просмотра диалогового окна. Щелкните стрелку для выбора значения из списка. Пользователь также может использовать параметры "Измерение", "Показать размеры" или задать допуски в диалоговом окне "Допуск". Значения вводятся в поле параметров, расположенное в области предварительного просмотра.
– Обычное	 Цилиндрическое отверстие заданного диаметра на одном уровне с плоской гранью.
– Цековка	 Отверстие заданного диаметра, имеющее в пересечении с исходной гранью цилиндрическое углубление (цековку). Примечание: Для конусных резьбовых отверстий нельзя использовать тип "Цековка".
– Место под уплотнение	 Отверстие заданного диаметра с местом под уплотнение определенного диаметра и глубины. Глубина отверстия и резьбы измеряются от нижней поверхности места под уплотнение.
– Зенковка	 Отверстие заданного диаметра, имеющее в пересечении с исходной гранью коническое углубление (зенковку).
Дно отверстия	Задается плоское или коническое дно отверстия. Для конического отверстия необходимо указать угол или на модели выбрать геометрию для измерения угла или отображения размеров. Положительный угол зенковки отмеряется против часовой стрелки от оси отверстия, перпендикулярной к плоской грани.
Ограничение	Доступны следующие типы ограничения:
– Расстояние	Метод ограничения глубины отверстия заданным положительным значением. Расстояние измеряется перпендикулярно исходной плоской грани или рабочей плоскости.
– Насквозь	Отверстие проходит через все грани.
– До выбранного	Ограничение глубины отверстия выбранной плоской гранью. Следует выбрать конечную ограничивающую поверхность для отверстия. Можно установить флажок "Завершить конструктивный элемент на продолжении грани".
Тип отверстия	
– Простое отверстие	 Создание простого отверстия без резьбы.

–Отверстие с зазором 	Создание отверстия, соответствующего выбранному крепежу. Стандарт – выбор стандарта для крепежного изделия из списка. Тип крепежного изделия – выбор типа крепежного изделия из списка. Размер – выбор размера крепежного изделия. Вписать – выбирается тип вписывания отверстия. Доступны три варианта: Доступны три варианта: "Нормальное", "С натягом" и "С зазором".
–Резьбовое отверстие 	Создание отверстия с резьбой, определенного следующими параметрами: Тип резьбы – щелкните стрелку вниз, чтобы выбрать тип резьбы.. Размер – список номинальных размеров, соответствующих выбранному типу резьбы. Для каждого номинального размера доступны один или несколько вариантов шагов. Для каждой комбинации номинального размера и шага доступны один или несколько классов. Обозначение – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля, измеренное вдоль оси резьбы. Примечание. При использовании британских единиц шаг рассчитывается как значение, обратное числу витков на дюйм или миллиметр. Класс – раскрывающийся список предлагаемых классов посадки для внутренней резьбы. Диаметр – отображение типа диаметра, используемого для данного элемента отверстия. Направление – определение направления нарезки резьбы. Правая – нарезка резьбы по часовой стрелке. Левая – нарезка резьбы против часовой стрелке. Полная глубина – если этот флажок установлен, резьба нарезается на полную глубину отверстия.
–Конусное отверстие с резьбой 	Создание отверстия с резьбой, определяемого следующими параметрами: Тип резьбы – щелкните стрелку вниз, чтобы выбрать тип резьбы. Размер – список номинальных размеров труб или обозначений, соответствующих выбранному типу резьбы. Направление – в Autodesk Inventor это значение определяется на основе размера и типа резьбы. Диаметр – отображение типа диаметра, используемого для данного элемента отверстия. Его можно изменить только в диалоговом окне "Параметры процесса моделирования". Направление – определение направления нарезки резьбы. Правая – нарезка резьбы по часовой стрелке. Левая – нарезка резьбы против часовой стрелке.
Размеры отверстия	Отображение и ввод размеров отверстия. Для вызова – щелкните элемент отверстия в обозревателе моделей правой кнопкой мыши и выберите команду "показать размеры". Дважды щелкните по размеру.
–Диаметр отверстия	Определение значения диаметра отверстия. Введите значение или щелкните стрелку и выполните одно из следующих действий: • Выберите значение. • Запустите команду "Измерение". • Отобразите размеры. • Установите допуски в диалоговом окне "Допуск".
–Диаметр цековки	Установка значения диаметра цековки или зенковки.
–Глубина отверстия	Установка значения глубины отверстия.
–Глубина цековки	Установка значения цековки или глубины грани.

Отверстия можно строить как отдельно, так и массивом. Для этого предварительно создайте первое отверстие, а затем выполните команду "Круговой массив" или "Прямоугольный массив", чтобы задать интервал и расположение отверстий.



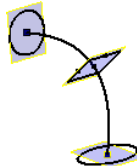
ЛОФТ (СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ПО СЕЧЕНИЯМ)

Вызов: На ленте: вкладка "3D модель" ➤ панель "Создать" ➤ По сечениям



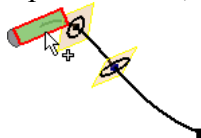
На вкладке "3D модель" откройте панель "Создать" и щелкните "По сечениям", чтобы создать элемент по сечениям посредством слияния нескольких контуров, которые называются сечениями, и преобразования их в гладкие формы между заданными контурами или гранями детали.

Перед тем как приступить к построению элемента по сечениям, следует создать необходимое количество эскизов контуров в разных плоскостях, представляющие поперечные сечения будущего элемента.

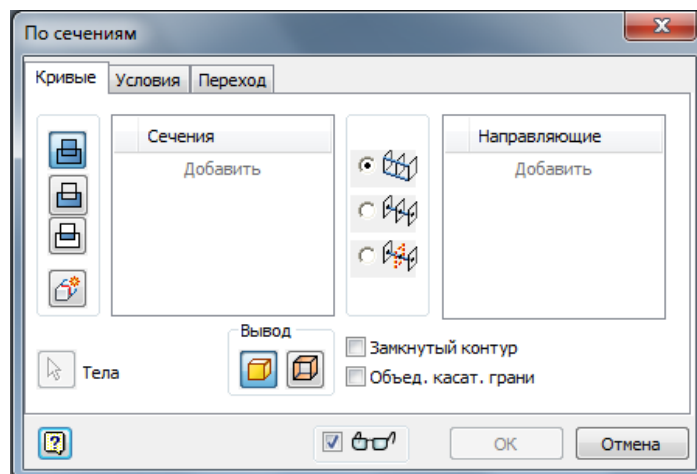


В дополнение к контурам эскизов можно выбирать грани объекта и точки в качестве отдельных сечений.

Чтобы использовать существующую грань в качестве начального или конечного сечения элемента, необходимо выбрать грань непосредственно, не создавая эскиз.



С помощью инструмента "По сечениям" можно создавать как тела, так и поверхности. Вкладка "Кривые"



Кривые

Сечения

Список контуров сечения, на основе которых строится элемент по сечениям. Для добавления контура следует щелкнуть мышью на соответствующем элементе списка. В диалоговом окне выбранные сечения могут обозначаться как эскизы, ребра или точки. Каждому из выбранных контуров соответствует элемент списка.

Операция

Задание операции, определяющей взаимодействие с имеющимися элементами. Элемент по сечениям может объединяться с другим элементом, вычитаться из него или образовывать с ним пересечение:



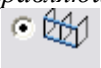
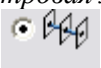
Объединение - добавление объема, созданного элементом по сечениям, к другому элементу или телу.



Вычитание - удаление объема, созданного элементом по сечениям, из другого элемента или тела.



Пересечение - создание нового элемента, занимающего объем пересечения элемента по сечениям и другого элемента или тела. Весь остальной материал удаляется.

	Новое тело Создание нового твердого тела. Данная команда выбирается по умолчанию, если создаваемый по сечениям элемент является первым элементом в файле детали. Используйте эту команду, чтобы создать новое тело в файле детали, в котором уже имеются другие твердые тела. Каждое тело представляет собой набор независимых элементов, не связанных с другими телами. Тело может иметь общие элементы с другими телами.
	Тела Выбор твердых тел, которые будут задействованы в операции с мультидеталью.
Вывод	
–Построение тел 	Тело – создание твердотельного элемента на основе замкнутого или разомкнутого сечения.
–Построение поверхности 	Поверхность – создание элемента поверхности на основе замкнутого или разомкнутого сечения. Поверхность может в дальнейшем использоваться для ограничения других конструктивных элементов или разделения детали.
Метод построения	
–Направляющие 	Направляющими могут быть 2D кривые, 3D кривые или ребра модели, которые определяют форму элемента между сечениями. Можно добавить любое количество направляющих для задания более точной формы элемента по сечениям. Направляющая определяет все тело элемента, а не только вершины сечения, которые она пересекает. Если вершины сечений не пересекают направляющие, в этом случае используются ближайшие направляющие. Направляющие должны пересекать все сечения и заканчиваться на или за пределами первого и последнего сечений. Часть направляющей, выходящей за пределы контура, игнорируется при создании элемента по сечению. Направляющие должны представлять собой непрерывную касательную.
–Центровая линия 	Центровая линия – это вид направляющей, относительно которой сечения располагаются перпендикулярно, а ее функции аналогичны функциям траектории сдвига. При использовании осевой линии для построения элемента по сечениям создается более плавный переход между поперечными сечениями элемента. Осевые линии должны отвечать тем же критериям, что и направляющие. Однако не требуется, чтобы осевые линии пересекали все сечения, достаточно выбрать одно.
–Площадь по сечениям 	С помощью инструмента "Площадь по сечениям" можно управлять поперечными сечениями, размещенными по осевой линии в определенных точках. Функцию "Площадь по сечениям" можно использовать для обоих результатов построения ("Тело" и "Поверхность"). При этом необходимо выбрать одну направляющую в качестве осевой линии. Размеры сечения отображаются для каждой точки, выбранной на осевой линии. С помощью параметра "Размеры сечения" можно определить площадь поперечного сечения и масштабный коэффициент для каждой точки. Дважды щелкните выносную линию размера или выберите необходимый параметр в соответствующем контекстном меню, чтобы открыть диалоговое окно "Размеры сечения". С помощью диалогового окна "Размеры сечения" можно определить и изменить площадь и масштаб сечений в выбранных точках, а также их положение.

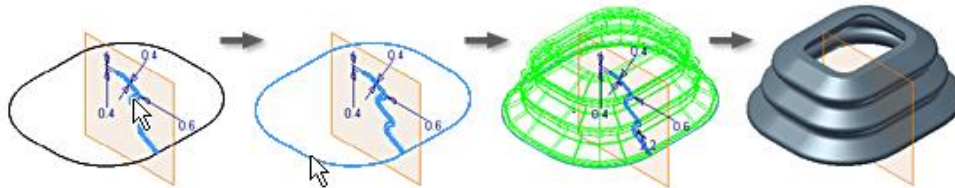
Вызов: На ленте: вкладка "3D модель" ➤ панель "Создание" ➤ Сдвиг 

Создание элемента или нового твердого тела путем сдвигания одного или нескольких эскизных контуров вдоль выбранной траектории.

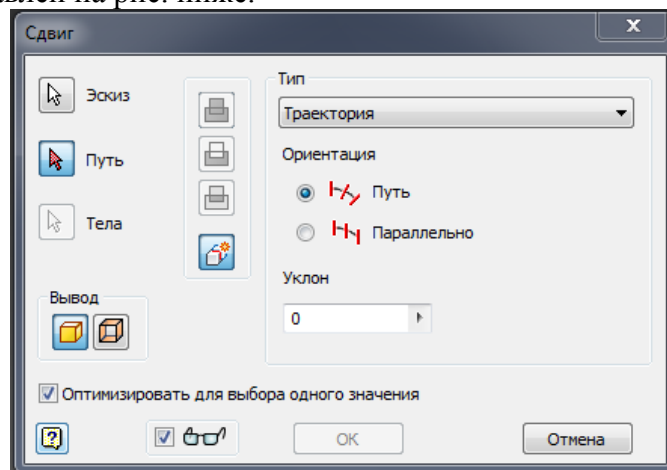
Для элемента сдвига обычно требуется не менее двух эскизов – контура и траектории – в пересекающихся плоскостях. В случае, если используется несколько профилей – они должны существовать на одном эскизе, траектория – на другом. Траектория может быть замкнутой или разомкнутой, но она должна пересекать плоскость контура.

Примечание

Если требуется несколько профилей из разных эскизов, используйте команду "По сечениям".



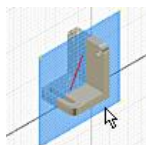
Внешний вид окна представлен на рис. ниже.



<i>Эскиз</i>	Тела и поверхности сдвига создаются с помощью замкнутых контуров. С помощью разомкнутых контуров можно создать только поверхности сдвига. Удерживайте клавишу <i>Ctrl</i> , чтобы отменить выбор контуров.
<i>Путь</i>	Задание траектории сдвига профиля. Траектория может быть разомкнутой или замкнутой, но она должна пересекать плоскость контура.
<i>Тела</i>	В файле мультидетали позволяет указать задействованные твердые тела. Недоступно в файлах деталей, в которых имеется только одно твердое тело.
<i>Тип</i>	задание типа сдвига. В дополнение к траектории для управления масштабом и скручиванием для сдвига по направляющей требуется выбрать дополнительную кривую или направляющую. При построении элемента сдвига с помощью направляющей поверхности требуется выбрать дополнительную поверхность для контроля скручивания профиля.
<i>– Траектория</i>	Сдвиг профиля вдоль траектории для создания элемента сдвига.
<i>– Траектория и направляющая</i>	С помощью направляющей контролируется масштаб и скручивание контура при сдвиге. <i>Направляющая</i> Выбор направляющей для контроля масштаба и скручивания контура при сдвиге. Направляющая должна пересекать плоскость контура. <i>Масштаб контура</i> – установка масштаба сечения элемента сдвига согласно направляющей. <i>X & Y</i> – изменение масштаба контура по оси X и Y при сдвиге. <i>X</i> – изменение масштаба контура по оси X при сдвиге.

	<i>Нет</i> – сохранение формы и размера контура при сдвиге. При использовании этого параметра с помощью направляющей контролируется только скручивание контура.
– <i>Траектория и направляющая поверхность</i>	Сдвиг профиля вдоль траектории и направляющей поверхности для создания элемента сдвига. С помощью направляющей поверхности контролируется скручивание контура при сдвиге. <i>Направляющая поверхность</i> : указание поверхности, с помощью нормали которой контролируется сдвиг по траектории. Для получения оптимальных результатов траектория должна располагаться на направляющей поверхности или в непосредственной близости от нее.
<i>Ориентация</i>	
– <i>Путь</i> 	контур при сдвиге удерживается в постоянном положении относительно траектории. Сечения элемента сдвига на всем протяжении траектории располагаются относительно нее так же, как исходный контур.
– <i>Параллельно</i> 	сдвиг контура элемента выполняется параллельно исходному контуру.
<i>Уклон</i>	Задание угла конуса для сдвига перпендикулярно плоскости эскиза (параметр недоступен при выборе положения контура элемента сдвига параллельно исходному контуру). Конусность отображается при просмотре сдвига тела. Этот параметр недоступен при выборе замкнутых траекторий.
	<i>Положительный угол</i> – площадь сечения элемента сдвига увеличивается по мере удаления от начальной точки. <i>Отрицательный угол</i> – площадь сечения элемента сдвига уменьшается по мере удаления от начальной точки.
<i>Вывод</i>	Результатами команды являются тело или поверхность.
– <i>Тело</i> 	Создание твердотельного элемента на основе контура (замкнутого или разомкнутого). Создать базовый элемент можно только на основе замкнутого контура.
– <i>Поверхность</i> 	Создание поверхности на основе разомкнутого или замкнутого контура. Поверхность может в дальнейшем использоваться для ограничения других элементов или как инструмент для разделения детали. При работе со сборками параметр недоступен.
<i>Операция</i>	Выбор операции объединения, вычитания и пересечения при добавлении к другому элементу или создание нового твердого тела. Недоступен для базового элемента, но требуется для всех остальных элементов сдвига.
	<i>Объединение</i> Добавление объема, созданного с помощью элемента сдвига, к другому элементу или телу. При работе со сборками параметр недоступен.
	<i>Вычитание</i> Удаление объема, созданного с помощью элемента сдвига, из другого элемента или тела.
	<i>Пересечение</i> Создание нового элемента, занимающего объем пересечения элемента сдвига и другого элемента или тела. Весь остальной материал удаляется. При работе со сборками параметр недоступен.
	<i>Новое тело</i> Создание нового твердого тела. Если сдвиг является первым элементом тела в файле детали, этот параметр выбран по умолчанию. Используйте эту команду, чтобы создать новое тело в файле детали, в котором уже имеются другие твердые тела. Каждое тело представляет собой набор независимых элементов, не связанных с другими телами. Тело может иметь общие элементы с другими телами.

РАБОЧИЕ ПЛОСКОСТИ



В деталях рабочая плоскость представляет собой бесконечную вспомогательную плоскость, параметрически связанную с конструктивным элементом. В сборке рабочая плоскость опирается на имеющийся компонент.

Рабочие плоскости могут быть ориентированы в пространстве в любом направлении, смещены от имеющихся граней и повернуты вокруг оси на заданный угол. Рабочая плоскость может служить плоскостью построений. Она может быть связана зависимостями (в том числе размерными) с другими конструктивными элементами или компонентами. В среде сборки можно создать рабочую плоскость между двумя плоскими гранями отдельных компонентов.

Каждая рабочая плоскость имеет свою внутреннюю координатную систему, начало и направление осей которой зависят от последовательности выбора опорной геометрии.

Рабочие плоскости в деталях могут создаваться как промежуточные элементы во время выполнения другой команды построения рабочего элемента. После построения рабочей плоскости команда "Рабочая плоскость" отключается.

Можно изменить размер рабочей плоскости. При необходимости щелкните правой кнопкой мыши рабочую плоскость и снимите флажок "Авторазмер". Щелкните ручку в одном из углов рабочей плоскости и измените ее размер с помощью операции перетаскивания.

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Рабочие элементы" ➤ Плоскость



Раскрывающийся список плоскости содержит следующие параметры для построения рабочей плоскости:

"Плоскость" (устаревший метод)



Выбор: соответствующие вершины, ребра или грани для определения рабочей плоскости.

Результат: построение рабочей плоскости через выбранные объекты.

Смещение относительно плоскости



Выбор: Плоская грань. Нажмите выделенную грань и перетащите ее в сторону смещения. Введите значение расстояния между гранью и рабочей плоскостью в поле редактирования.

Результат: Рабочая плоскость лежит параллельно заданной грани на указанном расстоянии.

Параллельно плоскости через точку



Выбор: Плоская грань (рабочая плоскость) и любая точка, в любой последовательности.

Результат: Координатная система новой плоскости ориентирована так же, как и система выбранной плоскости.

Симметрично между двумя параллельными плоскостями



Выбор: Две параллельные плоские грани или рабочие плоскости.

Результат: Новая рабочая плоскость получает систему координат и направление нормали первой из выбранных плоскостей.

Симметрично тору



Выбор: тор.

Результат: Рабочая плоскость создается через центр или симметрично тору.

Угол к плоскости вокруг ребра



Выбор: грань детали или плоскость и любая грань или отрезок, параллельные плоскости.

Результат: Создается рабочая плоскость, ориентированная под углом 90 градусов к заданной грани или плоскости. В поле редактирования введите требуемый угол, снимите флажок с параметра и установите его на другой угол.

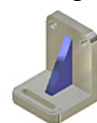
Три точки	
	Выбор: Любые три точки (конечные или средние точки, точки пересечения или рабочие точки). Результат: Положительное направление оси X проходит от первой ко второй точке. Положительное направление оси Y перпендикулярно к оси X и проходит через третью точку.
Два компланарных ребра	
	Выбор: две компланарные рабочие оси, ребра или линии. Результат: Положительное направление координатной оси X рабочей плоскости проходит вдоль первого заданного ребра.
Касательная к поверхности через ребро	
	Выбор: Искривленная грань и линейное ребро, в любой последовательности. Результат: Координатная ось X рабочей плоскости проходит по линии касания плоскости с заданной гранью. Положительное направление оси Y проходит от оси X к заданному ребру.
Касательная к поверхности через точку	
	Выбор: криволинейная грань, конечная точка, средняя точка или рабочая точка. Результат: Координатная ось X рабочей плоскости проходит по линии касания плоскости с заданной гранью. Положительное направление оси Y проходит от оси X к заданной точке.
Касательная к поверхности и параллельно плоскости	
	Выбор: Искривленная грань и плоская грань (рабочая плоскость), в любой последовательности. Результат: Координатная система новой плоскости ориентирована так же, как и система заданной плоскости. Этот метод используется также для создания рабочей плоскости, касающейся грани или плоскости, перпендикулярной к другой плоскости.
Перпендикулярно оси через точку	
	Выбор: Линейное ребро (ось) и точка, в любой последовательности. Результат: Положительное направление координатной оси X рабочей плоскости проходит от пересечения плоскости с осью к заданной точке. Положительное направление оси Y задается дополнительно.
Перпендикулярно кривой в точке	
	Выбор: Нелинейное ребро или кривая эскиза (дуга, окружность, эллипс, сплайн), затем вершина, средняя точка ребра, точка эскиза или рабочая точка кривой. Результат: Новая рабочая плоскость строится перпендикулярно кривой и проходит через выбранную точку.

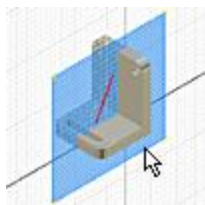
РЕБРА И СТЕРЖНИ ЖЕСТКОСТИ

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Создание" ➤ Ребро жесткости 

Создание ребра жесткости параллельно плоскости эскиза

Ребра жесткости используют разомкнутый контур для создания одной формы опоры. Указанная толщина перпендикулярна плоскости эскиза, а материал выдавливается в плоскости эскиза.





Укажите плоскость эскиза и выполните необходимые построения.

1. При необходимости создайте рабочую плоскость для использования в качестве плоскости эскиза. Выберите команду "2D Эскиз" и укажите рабочую плоскость или плоскую грань, определяющую плоскость эскиза.
2. При необходимости используйте инструмент "Вид грани" для изменения направления эскиза.
3. При помощи команд на вкладке "Эскиз" создайте разомкнутый контур, определяющий форму ребра жесткости.

Следующий этап заключается в задании направления построения ребра жесткости, его толщины и протяженности.

1. Выберите на ленте Вкладка "3D-модель" ➤ панель "Создание" ➤ Ребро жесткости. Проверьте, что профиль выбран. Если нет, щелкните, чтобы выбрать его.



2. Нажмите , чтобы задать направление построения ребра жесткости. Нажмите "Сменить направление" для задания направления выдавливания материала.
3. Если в файле детали имеется несколько тел, установите переключатель "Тела", чтобы указать тела, которые будут задействованы.
4. В поле "Толщина" введите значение толщины ребра жесткости. Нажать кнопку "Обратить" для задания направления толщины ребра.
5. Нажмите одну из следующих кнопок для задания глубины ребра жесткости:

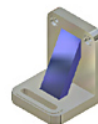


До следующего Ограничение построения ребра жесткости следующей гранью детали.



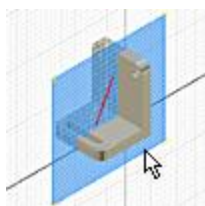
Задать явно Задание определенной глубины. Введите значение.

6. Нажать "ОК" для построения ребра или стержня жесткости.



Создание ребра жесткости перпендикулярно плоскости эскиза

Для ребра жесткости используется разомкнутый или замкнутый профиль для создания формы опоры. Указанная толщина расположена в плоскости эскиза, а материал выдавливается перпендикулярно плоскости эскиза. Используйте эскизные точки для размещения геометрии бобышки в элементе ребра жесткости.



Укажите плоскость эскиза и создайте геометрию профиля.

1. При необходимости создайте рабочую плоскость для использования в качестве плоскости эскиза. Выберите команду "2D Эскиз" и укажите рабочую плоскость или плоскую грань, определяющую плоскость эскиза.
2. При необходимости используйте инструмент "Вид грани" для изменения направления эскиза.
3. При помощи команд на вкладке "Эскиз" создайте профиль, определяющий форму решетки.

Далее определите направление, толщину, границы и другие параметры решетки:

1. Выберите на ленте Вкладка "3D-модель" ➤ панель "Создание" ➤ Ребро жесткости. Проверьте, что профиль выбран. Если нет, щелкните, чтобы выбрать его.



2. Нажмите , чтобы задать направление построения ребра жесткости.
3. Нажмите "Сменить направление" для задания направления выдавливания материала.
4. Если в файле детали имеется несколько тел, установите переключатель "Тела", чтобы указать тела, которые будут задействованы.



5. Установите или снимите флажок "Удлинить контур". Если контур не пересекает деталь, то эта функция по умолчанию включена, Концы профиля будут автоматически удлинены. Если необходимо, снимите флажок для построения ребра или стержня жесткости заданной длины, определяемой контуром.
6. В поле "Толщина" введите значение толщины ребра жесткости. Нажать кнопку "Обратить" для задания направления толщины ребра.
7. Нажмите одну из следующих кнопок для задания глубины ребра жесткости:
 До следующего Ограничение построения ребра жесткости следующей гранью.
 Задать явно Задание определенной глубины. Введите значение.
8. Дополнительно в окне "Угол конуса" введите значение угла конуса или наклона для ребра или стержня жесткости. Для применения значения угла конуса необходимо, чтобы профиль располагался перпендикулярно плоскости эскиза.
9. Нажать "ОК" для построение ребра или стержня жесткости.

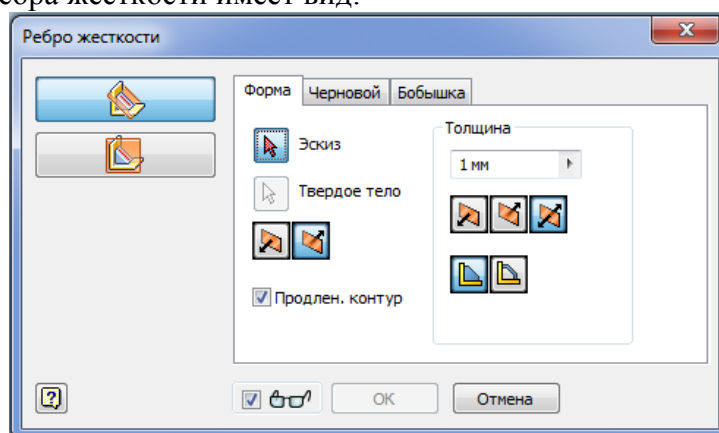
При необходимости перейдите на вкладку "Уклон" для управления уклоном элемента.

1. Выберите для хранения значения толщины в верхней части элемента или в корне.
2. Укажите значение угла наклона.

При необходимости перейдите на вкладку "Бобышка" для задания параметров геометрии бобышки.

1. Для размещения бобышек используйте кнопки "Центры" или флажок "Выбрать все". По умолчанию выбраны все точки эскиза, которые пересекают геометрию профиля.
2. Укажите значение диаметра геометрии бобышки.
3. Укажите значение смещения, которое равно расстоянию от верхней части элемента ребра жесткости до верхней части элемента бобышки.
4. Укажите значение угла уклона геометрии бобышки.

Окно создания ребра жесткости имеет вид:



Спецификация типа

Нормаль к
плоскости эскиза



Выдавливание геометрии перпендикулярно плоскости эскиза. Толщина параллельна плоскости эскиза.

Параллель к
плоскости эскиза



Выдавливание геометрии параллельно плоскости эскиза. Толщина перпендикулярна плоскости эскиза.

Форма	выбор геометрии контура и задание направления.
Эскиз 	Выбор эскиза для определения формы ребра.
Твердое тело 	Выбор тела, участвующего в построении мультидетали.
Направление  	Указание направления выдавливания геометрии.
Продленный контур	По умолчанию контур удлиняется до пересечения с гранью, если это необходимо. Если необходимо сохранить исходную длину контура, то флажок можно снять.
Толщина	задание ширины ребра жесткости или стержня жесткости
Обратить   	Применение толщины на одной из сторон профиля либо равномерное применение удлинения к обеим сторонам профиля.
До следующего 	Завершение ребра жесткости или решетки на следующей грани.
Задать явно 	Ограничение построения ребра жесткости или решетки заданной протяженностью. Введите значение.
Черновой (Уклон)	Захват толщины
На эскизе	Заданная толщина определяется в плоскости эскиза.
От основания	Указанная толщина определяется в месте пересечения элемента ребра жесткости и следующей грани.
Угол уклона	введите значение, чтобы добавить уклон элемента ребра жесткости.
Бобышка	
Центры 	выбор точек эскиза, лежащих в области геометрии профиля ребра жесткости.
Выбрать все	выбор всех точек эскиза, которые пересекают геометрию профиля ребра жесткости.
Диаметр	указание диаметра элемента бобышки.
Смещение	задание расстояние выше или ниже плоскости эскиза для начала элемента бобышки.
Угол уклона	добавление уклона для элементов бобышки.

ОБОЛОЧКИ

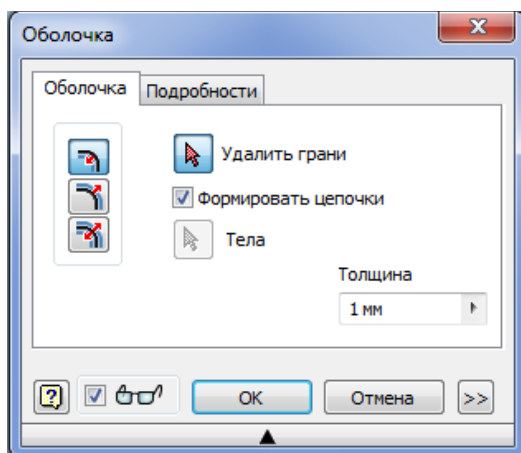
Оболочка – это полый конструктивный элемент с заданной толщиной стенок, получаемый удалением внутренней части детали. Пользователь может исключить некоторые грани оболочки, формируя открытую полость.

По умолчанию в Autodesk Inventor создаются оболочки с точно заданными размерами. Если невозможно построить оболочку с точно заданными размерами и включена функция аппроксимации, будет предпринята попытка применить аппроксимацию.

Вызов: На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Изменить" ➤ "Оболочка" 

Для построения оболочки необходимо создать конструктивный элемент, отдельную деталь или деталь в сборке, затем вызвать команду оболочка.

Внешний вид окна вкладки оболочка представлен ниже:



Оболочка

Направление



Указание направления, в котором измеряется толщина стенок оболочки.

Внутрь – смещение стенок внутрь детали. Внешние грани исходной детали остаются снаружи оболочки.

Наружу – смещение стенок к внешней стороне детали. Внешние грани исходной детали остаются внутри оболочки.

Обе стороны — одновременное равномерное смещение стенок внутрь и наружу. На гранях исходной детали стенки строятся внутри и снаружи, в половину толщины с каждой стороны.

Удалить грани



Выбор исключаемых граней детали. Оставшиеся грани формируют стенки оболочки.

Щелкните, чтобы активировать деталь, а затем выберите грани для исключения. Для отмены выбора следует повторно щелкнуть грань, удерживая нажатой клавишу Ctrl. Выбранные грани удаляются из создаваемой оболочки. Из оставшихся граней создаются стенки оболочки заданной толщины. Если ни одна грань детали не исключена, то оболочка полностью повторяет форму детали.

Формировать цепочки

Включение и отключение автоматического выбора нескольких последовательных касательных граней. По умолчанию флажок установлен. Снимите флажок, чтобы сделать возможным выбор отдельных касательных граней.

Тела

Выбор твердых тел, задействованных в файле мультидетали. Команда недоступна, если деталь содержит только одно тело.

Толщина

Выбор толщины для всех стенок оболочки. Поверхности деталей, которые не были выбраны для удаления, становятся стенками оболочки. Для того чтобы использовать в параметрической таблице значение толщины, выделите значение в поле, щелкните правой кнопкой мыши и выберите операцию вырезания, копирования, вставки или удаления.

Последовательность построения оболочки:

- Выберите на ленте вкладку "3D модель" ➤ панель "Изменить" ➤ Оболочка.
- Нажать кнопку "Удалить грани" и указать в графической области исключаемые из оболочки грани.
- Нажмите одну из кнопок задания направления отсчета толщины стенок (смещения) относительно граней оболочки ("Внутрь", "Наружу" или "В обе стороны").
- Введите значение толщины по умолчанию для граней оболочки.
- Нажмите кнопку "OK".

РЕЗЬБОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ



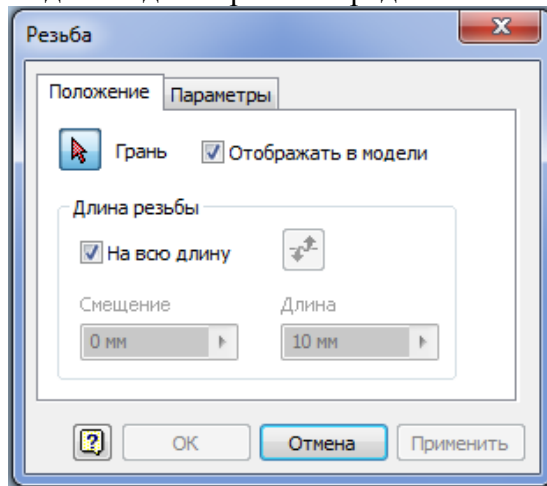
Резьба создается в отверстиях или на наружных цилиндрических элементах (телах вращения). Резьба задается местоположением, длиной, смещением, направлением, типом, номинальным размером, классом и шагом. Используемые описания резьбы хранятся в электронной таблице, в которую можно добавлять типы и размеры резьбовых элементов.

Вызов:

На ленте: вкладка "3D-модель" ➤ панель "Изменить" ➤ Резьба

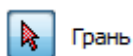


Внешний вид и описание окна для создания резьбы представлены ниже:



Положение

Грань



Выбор одной цилиндрической или конической грани.

Отображать в модели

Режим отображения резьбы в модели.

Длина резьбы

Задание ограничения, направления и смещения резьбы.

По всей длине – создание резьбы по всей длине выбранной грани.



Изменить направление – смена направления резьбы на обратное от исходного ребра выбранной грани.

Длина – определение длину резьбы на выбранной грани. Параметр недоступен, если установлен флажок "На всю длину".

Смещение – определение расстояния от исходного ребра грани до начала резьбы. Параметр недоступен, если установлен флажок "На всю длину".

Параметры

Задание параметров, определяющих резьбу. Стандартные типы резьбы указаны в таблице, по умолчанию содержащейся в папке Design Data, расположение которой настраивается в диалоговом окне "Параметры приложения" на вкладке "Файлы".

Тип резьбы

Выбор типа резьбы из списка, определенного в таблице данных.

Размер

Выбор номинального размера (диаметра) для указанного типа резьбы.

Обозначение

Выбор комбинации диаметра и шага резьбы из списка, определяемого текущими типом и диаметром резьбы.

Класс

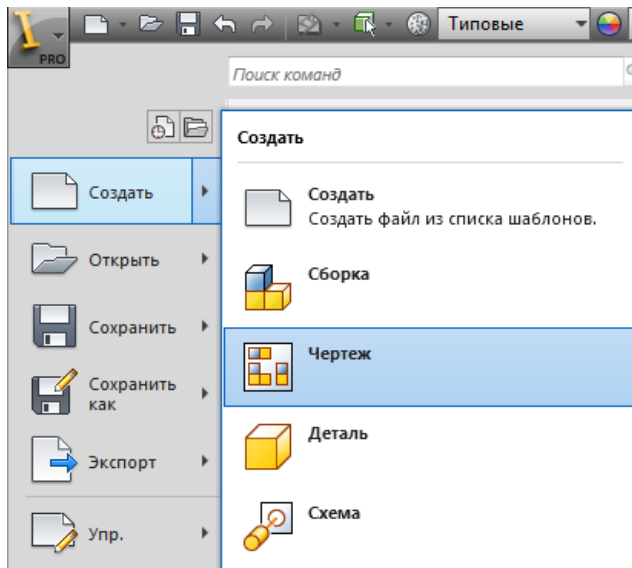
Выбор класса резьбы из списка для заданного диаметра и шага.

Часть 4

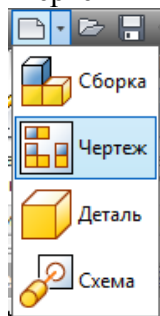
РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

При создании нового чертежа используется шаблон по умолчанию, содержащий лист с рамкой, основной надписью и другими атрибутами. Шаблоном по умолчанию является шаблон Обычный .idw. Данный файл можно адаптировать или создать другие шаблоны.

Для создания чертежа в Autodesk Inventor нажмите кнопку  ➤ "Создать" выберите "Чертеж"



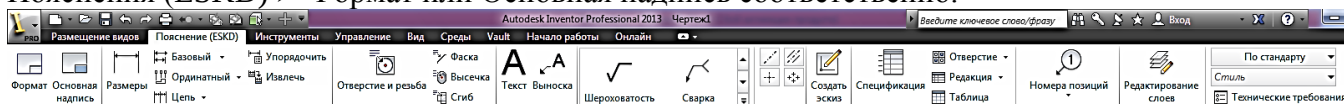
или на панели быстрого доступа "Создать" ➤ "Чертеж"



В среде создания чертежей становятся доступны следующие вкладки: размещение видов, Пояснения (ESKD), Инструменты, Управление, Вид, Среды и т.д.

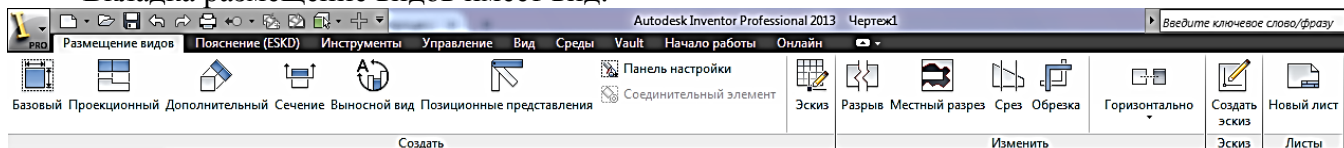
Для создания любого чертежа необходимо определить формат чертежа.

Настройка формата чертежа и заполнение основной надписи производится во вкладке Пояснения (ESKD) ➤ Формат или Основная надпись соответственно.



Следующий этап – это размещение главного вида.

Вкладка размещение видов имеет вид:



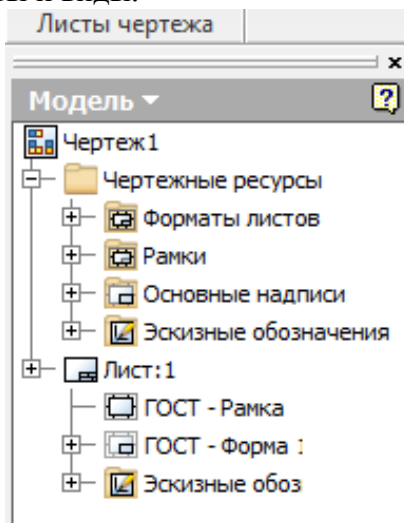
Если формат листа включает в себя стандартные виды чертежа, виды добавляются автоматически.

После того, как на чертеже размещены виды, можно переходить к нанесению надписей, размеров, осевых линий, маркеров центра, обозначений и других пояснительных элементов.

Свойства пояснительных элементов определяются настройками текущего стандарта оформления. Во вкладке Редактирование слоев можно поменять настройки (тип, вес, цвет линии...).

Для нанесения размеров можно использовать размеры модели, заданные на стадии ее разработки, или нанести контрольные размеры, которые служат исключительно для иллюстративных целей. Размеры модели на чертеже можно редактировать, если данный параметр был выбран при установке Autodesk Inventor.

Браузер для чертежей – отображение иерархической структуры чертежа или шаблона, включая чертежные ресурсы, листы и виды.



Чертежные ресурсы

Отображение информации о форматах листов, рамках, основных надписях и эскизных обозначениях, доступных в чертеже. Откройте папку для просмотра содержимого, затем дважды щелкните ресурс, чтобы вставить его на лист чертежа.

Форматы листов

Показ доступных форматов листов. Форматы листов имеют стандартные размеры и содержат основные элементы оформления.

На основе стандартного формата листа можно создавать новые форматы. Для этого необходимо внести требуемые изменения, затем щелкнуть правой кнопкой мыши на имени листа и выбрать "Создать формат листа".

Рамки

Отображение стандартной рамки и всех доступных пользовательских рамок чертежа.

- Для вставки рамки чертежа нужно в папке браузера "Чертежные ресурсы" щелкнуть правой кнопкой мыши по имени рамки и из контекстного меню выбрать "Вставить рамку".
- Для изменения свойств рамки по умолчанию нужно ее сначала удалить, а затем вставить новую рамку по умолчанию с соответствующими свойствами.
- Для создания пользовательской рамки выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Рамка", чтобы открыть окно эскиза, а затем используйте команду "Эскиз" для создания рамки.
- Для создания пользовательской рамки с зонами выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Рамка с зонами", чтобы открыть окно эскиза, а затем используйте команду "Эскиз" для создания рамки.
- Для изменения количества зон и параметров обозначения пользовательских границ зон щелкните правой кнопкой мыши имя рамки в браузере и выберите "Изменить".

Основные надписи

Отображение основных надписей, которые можно вставить в чертеж.

- Для изменения формата основной надписи щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду "Редактировать". Редактирование осуществляется в режиме построения эскизов. Внесите изменения при помощи команд работы с эскизами.
- Для создания формата основной надписи выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Основная надпись", чтобы открыть окно эскиза, а затем используйте команду "Эскиз" для создания основной надписи.

<i>Эскизные обозначения</i>	Отображение эскизных обозначений, имеющихся в чертеже. Эскизные элементы могут состоять из надписей и геометрических контуров. В браузере находятся описания эскизных обозначений. Эскизные обозначения на листе чертежа представляют собой пример такого описания. • Для создания нового эскизного обозначения выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Определить" ➤ "Обозначение". В окне создания эскизов создайте обозначение с помощью команд работы с эскизами. • Для редактирования эскизного обозначения щелкните правой кнопкой мыши и выберите пункт "Редактировать". Обозначение откроется в окне эскиза. Внесите изменения при помощи команд работы с эскизами.
!!! Для копирования формата листа, рамки, основной надписи или эскизного обозначения из одного чертежа в другой нужно щелкнуть правой кнопкой по соответствующему чертежному ресурсу и выбрать "Копировать" из контекстного меню. Откройте целевой чертеж, щелкните правой кнопкой мыши и выберите соответствующий элемент браузера ("Форматы листов", "Рамки", "Основные надписи" или "Эскизные обозначения") и выберите пункт "Вставить" из контекстного меню. • Для переименования формата листа, рамки, основной надписи или эскизного обозначения выбрать соответствующий элемент в браузере и после небольшой паузы снова щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. После этого можно ввести новое имя. • Для сортировки форматов листов, рамок, основных надписей или эскизных обозначений в браузере по имени щелкните правой кнопкой мыши, выберите соответствующий элемент ("Форматы листов", "Рамки", "Основные надписи" или "Эскизные обозначения"), а затем выберите пункт "Сортировка по имени" из контекстного меню. • Для упорядочивания чертежных ресурсов нужно в браузере перетащить формат листа, рамку, основную надпись или эскизное обозначение в нужное положение.	
Листы – отображение листов чертежа. Под именем листа в браузере приводится информация о рамке, основной надписи и видах листа. Открытый лист подсвечивается в браузере, все остальные листы затеняются.	
<i>Активировать</i>	Для активации листа дважды щелкните мышью на его названии или щелкните правой кнопкой и берите пункт "Активизировать".
<i>Создание формата листа</i>	Для создания нового формата листа на основе имеющегося выберите имя листа, щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт "Создать формат листа".
<i>Изменение</i>	Для изменения размера, ориентации и других атрибутов листа выберите его имя, щелкните правой кнопкой мыши и выберите пункт "Изменить".
<i>Переименование листа или других элементов браузера</i>	Для переименования листа выделите его имя, щелкните имя еще раз левой кнопкой, а затем введите новое имя. В браузере "Лист" можно переименовать следующие элементы: • листы чертежа; • эскизы вида и листа; • экземпляры эскизных обозначений, рамок чертежей и основных надписей.
<i>Удаление основной надписи</i>	Для удаления основной надписи нужно выбрать в браузере имя надписи, щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать из контекстного меню пункт "Удалить".
<i>Редактирование предлагаемых значений</i>	Для редактирования предлагаемых значений основной надписи выберите имя основной надписи, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт "Редактировать предлагаемые значения".

Виды – перечень всех видов для каждого листа.

Создание вида Щелкните правой кнопкой мыши вид и выберите в контекстном меню пункт "Создать вид". Выберите тип вида для создания зависимого вида.

<i>Редактирование вида</i>	Для изменения метки, масштаба и других атрибутов вида щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите в контекстном меню пункт "Редактировать вид".
<i>Выравнивание</i>	Щелкните правой кнопкой мыши имя вида и выберите в контекстном меню пункт "Выравнивание". Выберите "Горизонтально", "Вертикально" или "Позиционно".
<i>Установка именованного вида</i>	Щелкните правой кнопкой мыши вид и выберите в контекстном меню пункт "Установить именованный вид". Щелкните стрелку и выберите из списка именованный вид, затем щелкните вид для отображения других видовых представлений.
<i>Видимость аннотаций</i>	Для отображения или скрытия размеров или аннотаций сварки выберите имя вида, щелкните правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню пункт "Видимость аннотаций". Установите или снимите флажок для соответствующих аннотаций.
<i>Переименование вида</i>	Выбрать имя вида, щелкнуть в конце имени, затем ввести новое имя вида.

Шаблоны для чертежей

Каждый новый чертеж создается на основе шаблона. Допускается редактирование предварительно определенных шаблонов и создание новых шаблонов, соответствующих определенным стандартам.

Чтобы изменить стандарт оформления по умолчанию, нажмите кнопку "Настройка шаблона по умолчанию" на вкладке "Файл" диалогового окна "Параметры приложения". Затем выберите требуемый стандарт оформления в диалоговом окне "Настройка шаблонов по умолчанию".

Для создания собственного (пользовательского) шаблона необходимо сохранить пользовательский файл чертежа в папке Templates. При создании следующего файла чертежа новый шаблон отображается в списке шаблонов чертежа.

Шаблон чертежа может содержать рамки, основные надписи, аннотации на листах чертежа, например пользовательские обозначения, примечания, таблицы редакций и определения видов. Аннотации видов и текстовые сообщения не сохраняются в шаблоне.

Шаблоны чертежей хранятся в папке Templates, заданной в текущем проекте. Чтобы найти местоположение папки, в Autodesk Inventor выберите  > "Управление" > "Проекты". Затем разверните узел "Параметры папки" в списке проекта. Элемент Templates показывает местоположение файлов шаблонов Autodesk Inventor. Если "Местоположение" имеет значение "[По умолчанию]", наведите курсор на элемент Templates, чтобы отобразить путь.

Путь по умолчанию задается на вкладке "Файл" диалогового окна "Параметры приложения".

Файлы, расположенные в папке Templates, отображаются на вкладке "По умолчанию" диалогового окна создания новых файлов. Файлы, расположенные во вложенных папках папки Templates, видны на других вкладках создания новых файлов.

Любой шаблон может использоваться как стандартный шаблон для новых чертежей. Чтобы указать шаблон в качестве шаблона по умолчанию, необходимо сохранить его в папке Templates под именем обычный .idw или обычный .dwg. Чтобы избежать перезаписи существующего шаблона по умолчанию, переместите или переименуйте существующий стандартный шаблон до сохранения нового шаблона.

Для добавления вкладки в диалоговом окне создания новых файлов следует создать новую папку в папке Templates, куда затем можно скопировать файлы шаблонов. Каждой вложенной папке соответствует отдельная вкладка диалогового окна.

Команды работы с чертежами

К командам работы с чертежами относятся средства создания видов, нанесения пояснительных элементов и построения эскизов.

Команды создания видов

В группе Виды чертежа расположены кнопки вызова команд создания видов чертежа, а также создания дополнительных листов (Таблица.4.1).

Таблица 4.1

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	Главный вид	Импорт детали в чертеж и создание главного вида	
	Дополнительный вид	Создание дополнительного вида	Необходимо выбрать ребро для проецирования вида.
	Разрез	Создание разреза	Предварительно следует построить след секущей плоскости
	Выносной элемент	Создание выносного элемента	
	Вид с разрывами	Создание вида с разрывами	
	Местный разрез	Создание вида с местным разрезом	Предварительно создать связанный эскиз с замкнутым контуром для задания границ местного разреза
	Создать лист	Создание нового листа	
	Эскизный вид	Создание эскизного вида	

Команды нанесения пояснительных элементов

В группе Пояснительные элементы расположены кнопки вызова команд нанесения размеров, различных обозначений, номеров позиций, текстовых надписей, а также создания спецификаций (Таблица 4.2).

Таблица 4.2

Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
	Размеры	Нанесение размера между двумя точками, линиями или кривыми	Для выбора типа допуска или задания точности следует дважды щелкнуть мышью на размере
	Группа размеров от общей базы	Автоматическое нанесение размеров от общей базы	
	Размер от общей базы		
	Группа ординатных размеров	Нанесение группы ординатных размеров	
	Ординатный размер	Нанесение ординатного размера	
	Упрощенные размеры отверстия	Нанесение упрощенных размеров отверстия на выноске	Функция применима только для отверстий, созданных командой Отверстие в среде моделирования деталей
	Символы	Нанесение эскизных обозначений	
	Извлечение размеров	Выбор размеров модели, отображаемых на чертеже	

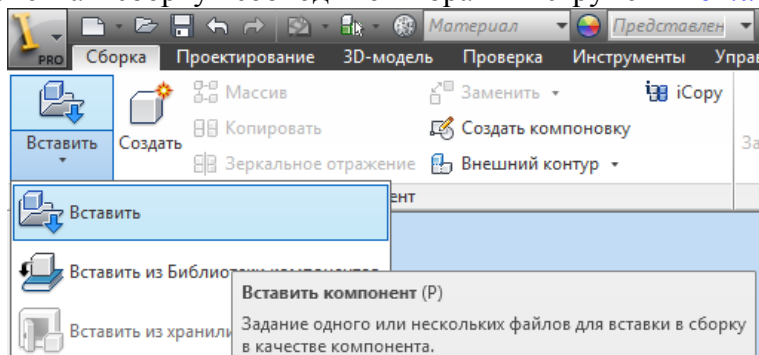
Кнопка	Команда	Пояснение	Примечание
   	Маркер центра	Нанесение маркера центра. Нанесение осевых / центровых линий. Нанесение осевой линии между выбранными объектами. Нанесение окружности центров	
	Обозначение шероховатости	Нанесение обозначения шероховатости поверхности	
	Обозначение сварки	Нанесение обозначения сварного шва	
	Допуск ФИР	Нанесение допуска формы и расположения	
	Обозначение поверхности	Нанесение обозначения поверхности	Не применяется в стандарте ANSI
	Обозначение базы	Нанесение обозначения базы	
    	Участок базы - Выноска	Участок базы на выноске Участок базы для круговой области Участок базы для линии Участок базы для точки Участок базы для прямоугольной области	
	Текст	Нанесение текстового блока	
	Текст на выноске	Нанесение текста на выноске	
 	Номер позиции Авто нумерация позиций	Нанесение номера позиции Нанесение номеров позиций всех деталей	Номера детали присваиваются программой автоматически
	Спецификация	Создание спецификации	Пользователь может задавать, какие графы выполнить в спецификации
  	Таблица отверстий – выбор Таблица отверстий – вид Таблица отверстий – выбранный тип	Создание таблицы размеров всех или выбранных отверстий заданного вида	
 	Условный шов Форма разделки концов	Пояснение условного шва Пояснение формы концов сварного шва	
 	Перечень изменений Марка изменений	Нанесение перечня изменений Добавление марок изменений, связанных с перечнем	

Часть 5

РАБОТА СО СБОРКАМИ

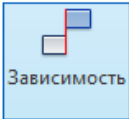
Файлы компонентов с расширением **.ipt** могут включать в себя только одну деталь. При объединении деталей в одну сборочную единицу используется файл Сборки с расширением **.iam**. В этом файле содержится только информация о том, как компоненты должны соединяться друг с другом, а сама информация о них, хранится в собственном файле. Компоненты можно редактировать как в собственном файле, так и в файле сборки.

Для вставки компонента в сборку необходимо выбрать инструмент *Вставить компонент*.



Выберите и откройте файл двойным нажатием ЛКМ или нажатием кнопки *Открыть*, разместите его произвольно на рабочем поле левой кнопкой мыши один раз (второе нажатие – повторная вставка компонента) и нажмите правой клавишей *Ok*. Компоненты можно перемещать и поворачивать. Вставить можно любое количество компонентов. Необходимо чтобы хотя бы один компонент был неподвижно зафиксирован (был заземленным). По умолчанию первый, размещенный в сборке, компонент является заземленным. В браузере для заземленных компонентов используется значок канцелярской кнопки.

ЗАВИСИМОСТЬ

Так как вставленные в сборку компоненты создавались независимо, то они не связаны друг с другом. Для задания связей между компонентами используются зависимости .

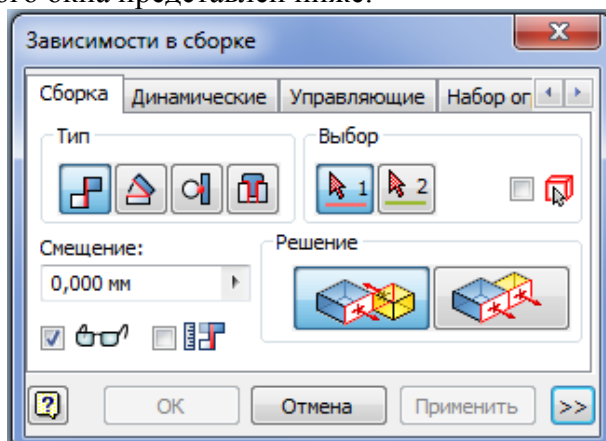
Сборочные зависимости задают позиционирование компонентов сборки друг относительно друга. При наложении зависимостей удаляются степени свободы, и ограничивается возможность перемещения компонентов. Для указания допустимого диапазона движения для зависимости можно присвоить максимальное и минимальное значение позиции, а также значение опорной позиции.

Вызов:

Лента: вкладка "Сборка" ➤ панель "Позиция" ➤ "Зависимость" 

В появившемся диалоговом окне *"Зависимости в сборке"* можно выбрать тип зависимости. Окно обновляется, после чего можно выбрать тип зависимости: *Сборка, Динамические, Управляющие, Набор ограничений*.

Внешний вид диалогового окна представлен ниже:



Тип	Задание типа зависимости и иллюстрирование варианта позиционирования компонентов до наложения зависимости.
Совмещение 	Зависимость типа "Совмещение" служит для позиционирования компонентов с совмещением граней или с выравниванием граней заподлицо. Зависимость данного типа устраняет одну поступательную и две вращательные степени свободы между плоскими поверхностями. <i>Решение "Совмещение"</i> служит для позиционирования выбранных граней таким образом, чтобы поверхности были совмещены, а нормали – сонаправлены. Для наложения зависимости совмещения с нулевым смещением удерживайте клавишу ALT и перетащите компонент сборки в требуемое местоположение. <i>Решение "Заподлицо"</i> служит для позиционирования компонентов с выравниванием граней заподлицо. Выбранные грани, кривые или точки позиционируются таким образом, что нормали к поверхностям сонаправлены. Для наложения зависимости совмещения с нулевым смещением удерживайте клавишу ALT и перетащите компонент сборки в требуемое местоположение.
Угол 	Зависимость типа "Угол" служит для позиционирования ребер или плоских граней двух компонентов под заданным углом друг к другу вокруг оси. Зависимость данного типа устраняет одну вращательную степень свободы и две степени свободы углового вращения между плоскими поверхностями. При выборе <i>варианта решения "Направленный угол"</i> всегда используется правило правой руки. <i>"Ненаправленный угол"</i> обеспечивает возможность ориентировать компоненты, что позволяет разрешить ситуацию, когда при наложении и перетаскивании зависимостей направление компонента изменяется. <i>Базовый вектор</i> однозначно определяет направление вектора оси Z (векторного произведения) с помощью дополнительного третьего инструмента выбора. Он снижает тенденцию угловой зависимости переключаться на альтернативный вариант при наложении или перетаскивании. <i>Это решение по умолчанию.</i>
Касательность 	Зависимость типа "Касательность" служит для позиционирования граней, плоскостей, а также цилиндрических, сферических и конических поверхностей по касательной. Касание может осуществляться как с внешней, так и с внутренней стороны кривой, в зависимости от выбранного направления нормали. Зависимость касательность удаляет одну степень линейного перемещения. Между цилиндром и плоскостью она удаляет одну степень линейной свободы и одну степень свободы вращения. <i>Вариант решения "Внутри"</i> служит для позиционирования первой выбранной детали с внутренней стороны второй выбранной детали по касательной. <i>Вариант решения "Снаружи"</i> служит для позиционирования детали, выбранной первой, с внешней стороны детали, выбранной второй. <i>Такой вариант используется по умолчанию.</i>
Вставка 	Зависимость типа "Вставка" является комбинацией зависимостей совмещения грань к грани между плоскими гранями и между осями двух компонентов. Зависимость вставки помещает тело болта в отверстие. При этом тело болта выравнивается относительно отверстия, а его нижняя часть пригоняется к плоской грани. Такая зависимость оставляет вращательную степень свободы. <i>Функция "Встречно"</i> служит для изменения направления совмещения первой выбранной детали на противоположное. <i>Функция "Согласованно"</i> служит для изменения направления совмещения второй выбранной детали на противоположное.

<i>Выбор</i>	
<i>Выбор 1</i> 	<i>Выбор 1</i> позволяет выбрать кривые, плоскости или точки первого компонента. Для завершения первого выбора следует нажать "Выбор 2" или вторую грань в графической области. Первая группа выбора просматривается в том же цвете, который установлен на кнопке выбора графического окна.
<i>Выбор 2</i> 	<i>Выбор 2</i> позволяет сделать выбор кривых, плоскостей или точек второго компонента. Вторая группа выбора просматривается в том же цвете, который установлен на кнопке выбора графического окна.
<i>Начать с выбора детали</i> 	Опция " <i>Начать с выбора детали</i> " ограничивает выбор геометрии для отдельного компонента. Этот режим используется в случае, если компоненты расположены слишком близко друг к другу или частично перекрываются. Чтобы восстановить режим выбора, флажок следует снять.
<i>Смещение/ Угол</i>	Задание расстояния (угла) между участвующими в зависимости компонентами.
<i>С просмотром</i> 	Предварительный просмотр результата наложения зависимости на выбранную геометрию. После выбора геометрии обоих компонентов, недоопределенные объекты автоматически позиционируются в соответствии с накладываемой зависимостью. По умолчанию флажок установлен. Для отключения предварительного просмотра флажок следует снять. Если какой-либо из компонентов является адаптивным, предварительный просмотр невозможен
<i>Оценка смещения и ориентации</i> 	Если поле "Смещение" оставлено незаполненным, выполняется вставка смещения и ориентации для зависимостей совмещения, расположения заподлицо и угла. По умолчанию данный флажок установлен. Если необходимо установить ориентацию и смещение вручную, флажок следует снять. Для угловой зависимости автоматически измеряется угол.

КОМАНДА "СБОРКА"

Вызов: Лента: вкладка "Сборка" ➤ панель "Позиция" ➤ "Сборка" 

Для выполнения команды необходимо предварительно выбрать объекты для наложения зависимостей, а затем выбрать тип зависимости, который требуется применить. В сборке, в соответствии с указанной геометрией, автоматически выбираются допустимые типы зависимостей.

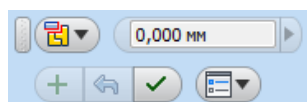
При выполнении команды "Сборка" первый выбранный компонент всегда перемещается ко второму варианту выбора.

С помощью команды "Сборка" за одну операцию можно добавить зависимости только для одного компонента. После завершения определения зависимостей для компонента нажмите "ОК" для создания зависимостей и выхода из команды. При повторном выполнении команды "Сборка" пользователь выбирает следующий компонент, для которого требуется определить зависимости.

При необходимости существующие зависимости или состояние закрепления можно отменить для обеспечения возможности перемещения первого варианта выбора. При выходе из команды "Сборка" рассчитываются все новые и существующие зависимости. При наличии конфликта появится диалоговое окно "Управление зависимостями сборки", в котором можно подавить или удалить зависимости.

После создания зависимость можно отредактировать с целью изменения этих параметров настройки.

При выборе команды "Сборка" в графическом окне вместо диалогового окна отображается мини-панель инструментов:



Список "Тип зависимости" 	Список "Тип зависимости" обновляется с учетом выбранной геометрии для отображения только доступных зависимостей. Тип зависимости можно выбрать в любое время для ограничения доступных для выбора типов геометрии.
Смещение/ Угол 0.000 mm	Введите значение смещения или угла.
кнопка "ОК" 	При нажатии кнопки "ОК" создается зависимость с выходом из команды "Сборка".
кнопка "Применить" 	При нажатии кнопки "Применить" создается зависимость без выхода из команды "Сборка".
кнопка "Отменить" 	При нажатии кнопки "Отменить" все варианты выбора отменяются.
ESC	Нажмите ESC для создания всех применимых зависимостей с выходом из команды "Сборка".

Сборка может включать в себя под сборки. Т.е. какие-то компоненты могут быть собраны в отдельном файле как самостоятельные сборочные единицы, а затем вставлены в качестве под сборки в основную сборку.

СХЕМА СБОРКИ-РАЗБОРКИ

С помощью схем сборки-разборки конструкторы поясняют процессы сборки и разборки изделия.

Схема – это графическое изображение изделия без учета сборочных зависимостей. При создании схем Autodesk Inventor использует графическую информацию и относительные положения компонентов изделия. При изменении какого-либо компонента изделия схема обновляется.

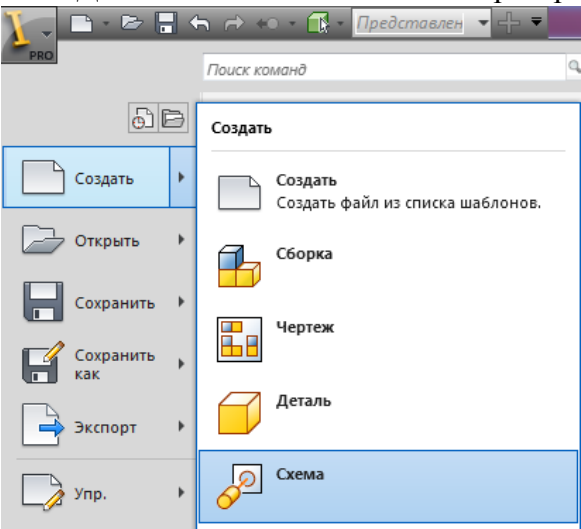
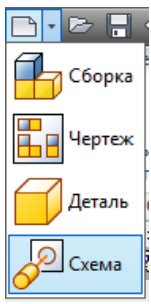
В схемах сборки-разборки программа сдвигает компоненты так, чтобы был ясен процесс их соединения.

Для создания схемы сборки-разборки нажмите  ➤ Создать ➤ Схема

или

в панели быстрого доступа Создать ➤

Схема:

Схемы сохраняются в отдельном файле, который называется файлом схем (он имеет расширение .ipn). В каждом таком файле может содержаться столько схем, сколько необходимо для данной сборки. При модификации сборки схемы обновляются автоматически.

Схемы сборки-разборки сначала создаются в среде работы со схемами, а затем помещаются в среду чертежа. Для создания схемы может быть использовано любое направление взгляда и базовая точка. Схемы сборки-разборки также используют для создания анимаций сборки.

При создании схемы можно сразу произвести ее автоматическую разборку. Все компоненты будут смещены на заданное расстояние от сборочных позиций. Сборочные зависимости, привязанные к граням компонентов, определяют направление их движения для создания схемы.

Автоматическая разборка при создании новой схемы

Создать
вид



1. Выберите на ленте вкладка "Представление" ➤ "Создать вид".
2. Выбрать файл сборки и именованный вид.
3. В качестве метода разборки установить "Автоматически".
4. Задать расстояние сдвига.
5. Выбрать "Создавать линии сборки", чтобы создать линии сборки для каждого сдвига в данной схеме; если снять флажок, линии сборки не создаются.

Сборочные зависимости для автоматической разборки

При автоматической разборке схемы направление сдвига компонентов зависит от сборочных зависимостей, наложенных на объекты модели.

Возможные комбинации объектов, которые могут использоваться при совмещении зависимостей и сдвигов, которые происходят при автоматической разборке, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Геометрия совмещений	Результат автоматической разборки
Грань к грани Грань к плоскости Грань к ребру Грань к точке Грань к оси	Разборка по нормали к грани
Плоскость к плоскости Плоскость к ребру Плоскость к точке Плоскость к оси	Разборка по нормали к плоскости
Точка к точке Точка к оси Ось к оси Ребро к ребру Ребро к точке Ребро к оси	Нет действия
Вставка (совмещение оси и грани) Конструктивная пара – вставка	Разборка по нормали к грани вдоль оси
Касательность Конструктивная пара – касательность	Разборка по нормали к плоской грани
"Угол" Конструктивная пара – угол	Нет действия
Конструктивная пара к грани	Разборка по нормали к грани
Конструктивная пара – плоскость	Нет действия

Сборочные зависимости используются только для первой автоматической разборки. Далее можно вручную сдвигать отдельные компоненты в любом заданном направлении для создания оптимального вида.

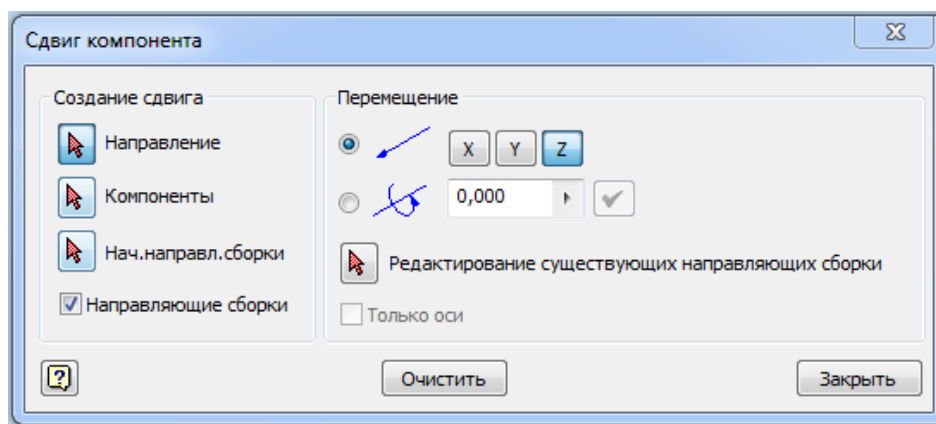
Добавление сдвигов в схему вручную

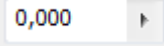
Сдвиги можно добавить в компонент или группу компонентов существующей схемы.

Вызов:

Лента: вкладка "Представление" ➤ панель "Создать" ➤ "Сдвиг компонентов"





Создание сдвига	Выбор компонентов для создания сдвига, задание направления и начала сдвига.
Направление	Задание направления линейного сдвига или оси поворотного сдвига. Нажмите кнопку "Направление", затем выберите в графическом окне ребро, грань или элемент любого компонента, чтобы установить триаду направления для сдвига.
Компоненты	Выбор компонентов для создания сдвига. Нажмите кнопку "Компоненты", затем выберите компоненты в графическом окне или обозревателе. Если компонент был выбран еще до открытия диалогового окна, то он автоматически попадает в группу выбранных компонентов. Для удаления компонента из группы, удерживая клавишу <i>Ctrl</i> , выделить с помощью мыши этот компонент.
Начало линии сборки	Задание начала линии сборки. Нажмите кнопку "Начало линии сборки", затем с помощью мыши задайте в графической области начальную точку. Если начало линии сборки не задано явным образом, оно помещается в центр масс детали.
Направляющие сборки	Включение отображения линий сборки. Установить флажок "Направляющие сборки" для отображения линий сборки для сдвигов выбранного компонента. Снимите флажок, чтобы скрыть линий сборки.
Перемещение	Задание расстояния и типа сдвига для выбранных компонентов. После задания параметров нажмите кнопку "Применить" для добавления сдвига в вид.
	Задание линейного типа сдвига. Выберите параметр "Линейный", выберите ось, введите расстояние и нажмите кнопку "Применить".
	Задание поворотного типа сдвига. Выберите "Поворотный", укажите ось вращения, введите величину поворота в градусах и нажмите кнопку "Применить".
	Задание направления для линейного сдвига или оси для поворотного сдвига. Выбрать координатную ось, а затем ввести расстояние или угол поворота.
	Задание расстояния или угла сдвига
	Нажмите, чтобы создать сдвиг.
Редактирование существующих направляющих сборки	Вход в режим редактирования существующих сдвигов. Щелкните для входа в режим редактирования, выберите сдвиг в графической области, а затем измените его параметры.
Только оси	Поворот триады без поворота выбранных компонентов. Установите данный флажок, введите угол и нажмите кнопку "Применить". После поворота триады можно использовать ее для задания сдвигов в произвольном направлении.
Очистить	Сброс установок, произведенных в диалоговом окне. Обычно это делают перед заданием параметров для следующего сдвига.

!!! Если требуется отменить только выбор компонента, следует щелкнуть левой клавишей мыши в области браузера, не занятой элементами иерархической структуры.

После создания сдвигов можно настроить видимость направляющих сборки, изменить расстояние сегментов сдвига и/или добавить направляющие сборки в существующие сдвиги, для определения отношений между компонентами.

Отображение или скрытие существующих линий сборки

- Для скрытия линий сборки компонента выделить его в графической области или в браузере, затем из контекстного меню выбрать пункт "Скрыть линии сборки".
- Для отключения видимости сегмента линии сборки выбрать сдвиг в графической области или браузере, затем в контекстном меню убрать пометку рядом с пунктом "Видимость".
- Для включения видимости скрытого сегмента линии сборки выбрать его в браузере, затем в контекстном меню установить пометку рядом с пунктом "Видимость".

Редактирование сдвигов

- Выбрать сдвиг в браузере и изменить расстояние или угол в текстовом поле, появляющемся в нижней части браузера.
- Выберите линию сборки в графической области, затем в контекстном меню выберите пункт "Редактировать". Внесите необходимые изменения в диалоговом окне "Сдвиг компонента".
- Перетащите конечную точку линии сборки в графической области. Если в результате перемещения конечной точки длина сегмента становится равной нулю, сегмент удаляется.

При изменении расстояния сдвига все связанные с ним компоненты также перемещаются.

Добавление линии сборки для компонента сдвига

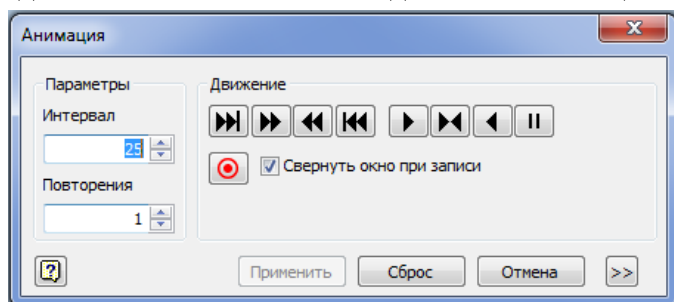
Для имеющегося сдвига можно добавлять линии сборки, чтобы более наглядно продемонстрировать взаимосвязи между компонентами сборки. Например, может потребоваться добавить линии сборки между конструктивными элементами компонентов, которые примыкают друг к другу в сборке.

1. Выбрать требуемый компонент в браузере или графической области.
2. Из контекстного меню выбрать пункт "Создать линию сборки".
3. С помощью мыши задать в графической области начальную точку линии сборки.
4. Для принятия линии сборки выбрать из контекстного меню пункт "Завершить".

СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННОГО РОЛИКА

После создания схемы сборки-разборки можно просматривать, редактировать и производить ее точную настройку для формирования по ней анимации сборки, которая записывается в файл, допускающий воспроизведение. Презентационные файлы представляют собой чертежные виды, демонстрирующие, как детали объединяются в сборку. Можно построить виды с разнесенными компонентами, скрыть определенные компоненты, создать анимацию сборки. Презентационные файлы имеют расширение [.lprn](#). Файл создается отдельно от сборки, но непосредственно с ней связан.

Вызов: Лента: вкладка "Представление" ➤ панель "Создать" ➤ "Анимация" 



Параметры	Задание числа повторов и интервалов для презентационного ролика.
<i>Интервал</i>	Задание числа интервалов в сдвиге. Введите требуемое число вручную или выберите значение с помощью стрелок "вверх" и "вниз". Значение в поле "Интервал", определяет скорость воспроизведения ролика.
<i>Повторения</i>	Задание числа повторений при воспроизведении. Введите требуемое число вручную или выберите значение с помощью стрелок "вверх" и "вниз".

<i>Движение</i>	Управление воспроизведением презентационного ролика активной схемы сборки-разборки.
	Переход в анимации на один сдвиг вперед.
	Переход на один интервал вперед.
	Переход на один интервал назад.
	Переход на один сдвиг назад.
	Воспроизведение презентационного ролика в прямом направлении с заданным числом повторений. Перед каждым повторением изображение возвращается к начальному виду.
	Воспроизведение презентационного ролика с заданным числом повторений. При каждом повторении происходит воспроизведение в прямом направлении, а затем в обратном.
	Воспроизведение презентационного ролика в обратном направлении с заданным числом повторений. Перед каждым повторением изображение возвращается к конечному виду.
	Пауза в воспроизведении презентационного ролика.
	Запись выбранного презентационного ролика в файл для последующего воспроизведения. Для записи презентационного ролика в файл нажмите команду записи, а затем – одну из команд воспроизведения, чтобы начать запись.
<i>Свернуть окно при записи</i>	Сворачивание диалогового окна во время записи презентационного ролика. Установить этот флажок для сворачивания диалогового окна. Снимите флажок, чтобы диалоговое окно оставалось активным.
	Изменение последовательности сдвигов в анимации. Выберите сдвиг, а затем нажмите соответствующую команду для выполнения требуемой операции. Во время анимации каждый пункт последовательности подсвечивается в списке, когда он проигрывается в графическом окне.
<i>Вверх</i>	Перемещение выбранного сдвига на одну позицию вверх в списке.
<i>Вниз</i>	Перемещение выбранного сдвига на одну позицию вниз в списке.
<i>Сгруппировать</i>	Объединение выбранных сдвигов в группу для дальнейшей работы с ней как с единым целым. После того как сдвиги сгруппированы, группе присваивается порядковый номер в последовательности, равный наименьшему порядковому номеру сдвига, входящему в данную группу.
<i>Разгруппировать</i>	Отмена группирования сдвигов, в результате чего они получают возможность перемещаться в списке по отдельности. Первому сдвигу присваивается порядковый номер, равный порядковому номеру бывшей группы. Нумерация остальных сдвигов производится последовательно от номера, следующего за номером первого сдвига.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ИНТЕРФЕЙСОМ AUTODESK INVENTOR.

Цель: ознакомиться с интерфейсом AUTODESK INVENTOR, изучить содержимое основных Вкладок, научиться настраивать рабочее пространство, Ленту, Параметры приложения.

Задание: ознакомиться с интерфейсом AUTODESK INVENTOR, изучить содержимое основных Вкладок, научиться настраивать рабочее пространство, Ленту, Параметры приложения – 2 часа.

Содержание отчета: титульный лист, задание, основные теоретические положения с иллюстрациями, вывод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

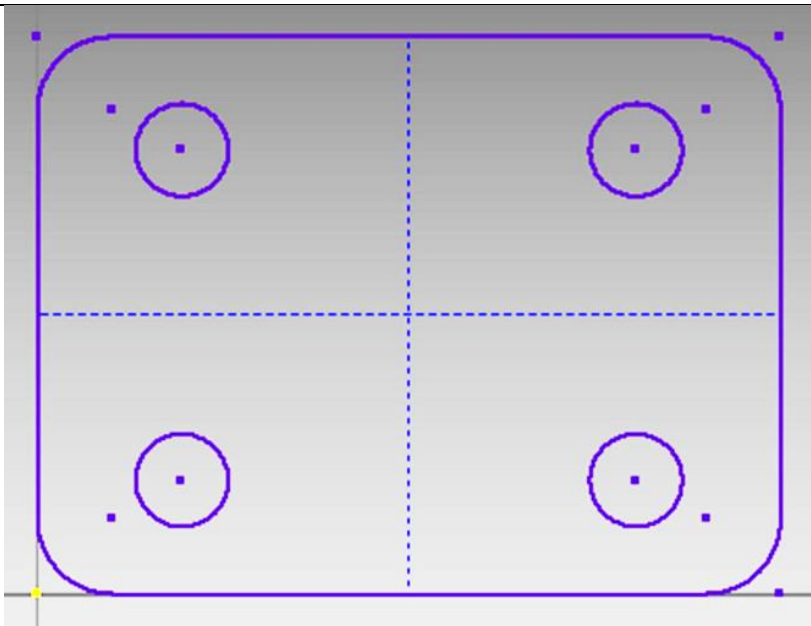
РАБОТА СО СРЕДОЙ ПОСТРОЕНИЯ ЭСКИЗОВ.

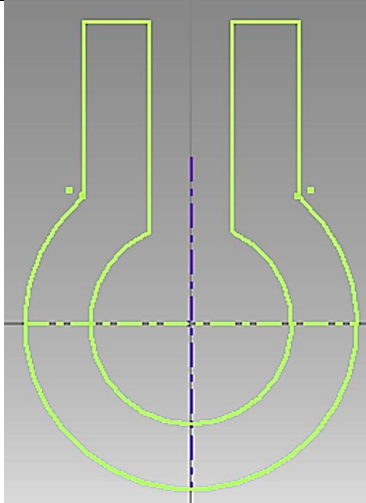
Цель: научиться строить элементарные эскизы в заданных плоскостях, изучить стили (типы) линий, команды построения и редактирования эскизов.

Задание: построить эскизы, приведенные в табл. 2.1. Для каждого эскиза создать файл детали с расширением .ipt. Эскизы построить с использованием стилей линий в соответствующих координатных плоскостях – 2 часа.

Содержание отчета: титульный лист, задание, эскизы и описание их построения, вывод.

Таблица 2.1 – Задание

Эскиз №1 Координатная плоскость XY. Используемые типы линий: – обычная	
Эскиз №2 Координатная плоскость YZ. Используемые типы линий: – обычная; – вспомогательная.	

Эскиз №3 Координатная плоскость XZ. Используемые типы линий: – обычная; – осевая.	
Эскиз №4 Координатная плоскость YZ. Используемые типы линий: – обычная.	
Эскиз №5 Координатная плоскость XY. Используемые типы линий: – обычная; – осевая.	

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

РАБОТА С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ЗАВИСИМОСТЯМИ, НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ.

Цель: научиться работать с геометрическими зависимостями, изучить свойства и настройку размеров, научиться наносить эскизные (модельные) размеры для полного его определения.

Задание: Для каждого эскиза, созданного в ЛР №2 наложить геометрические зависимости и проставить номинальный и адаптивные эскизные (модельные) размеры – 2 часа.

Содержание отчета: титульный лист, задание, эскизы с отображенными наложенными геометрическими зависимостями и нанесенными номинальным и адаптивными размерами, вывод.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

СОЗДАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

Цель: научиться создавать простейшие твердотельные модели.

Задание: Создать эскиз и твердотельную модель, согласно варианта (табл. 4.1). Создать пять твердотельных моделей по ранее созданным эскизам (ЛР №3) – 2 часа.

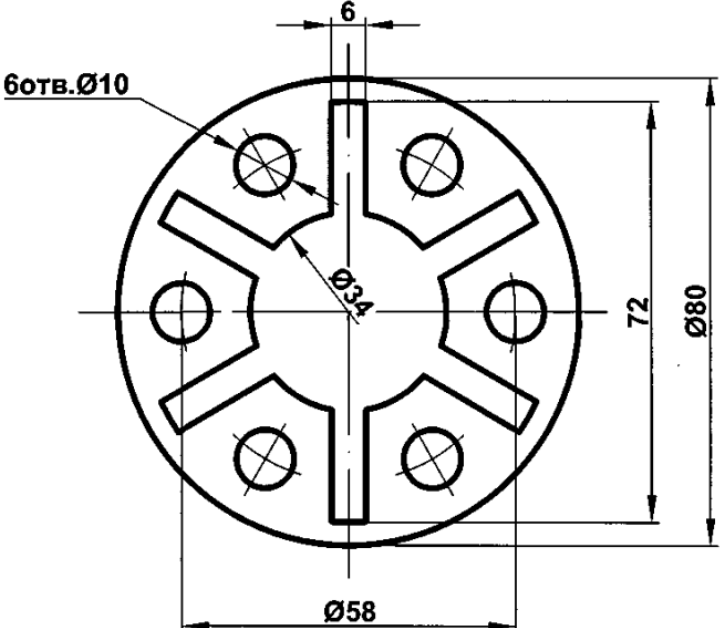
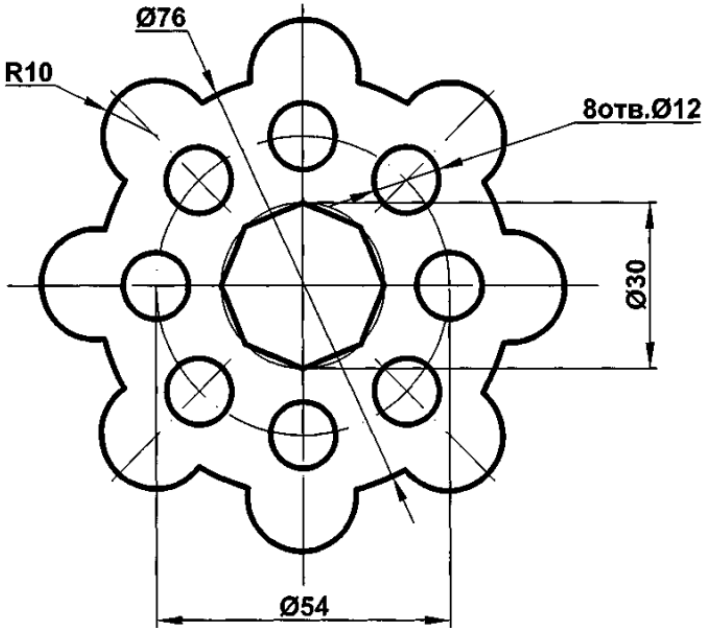
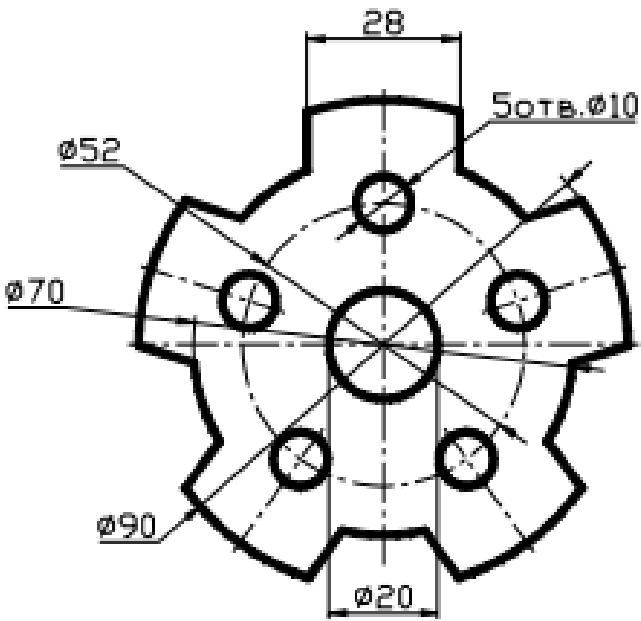
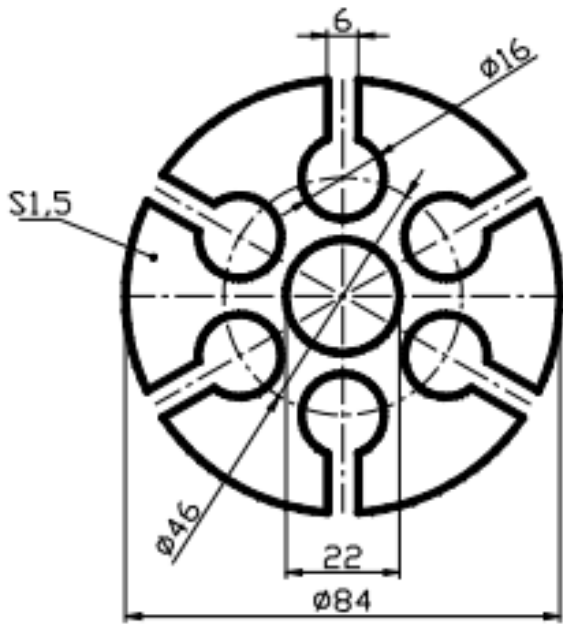
Примечание: при создании эскиза (согласно индивидуального задания табл. 4.1) использовать команду массив. Для получения твердотельной модели используются команды выдавливание или вращение.

Содержание отчета: титульный лист, задание, созданный эскиз с размерами согласно варианту и твердотельную модель пластины, пять твердотельных моделей ранее созданных эскизов (ЛР №3), вывод.

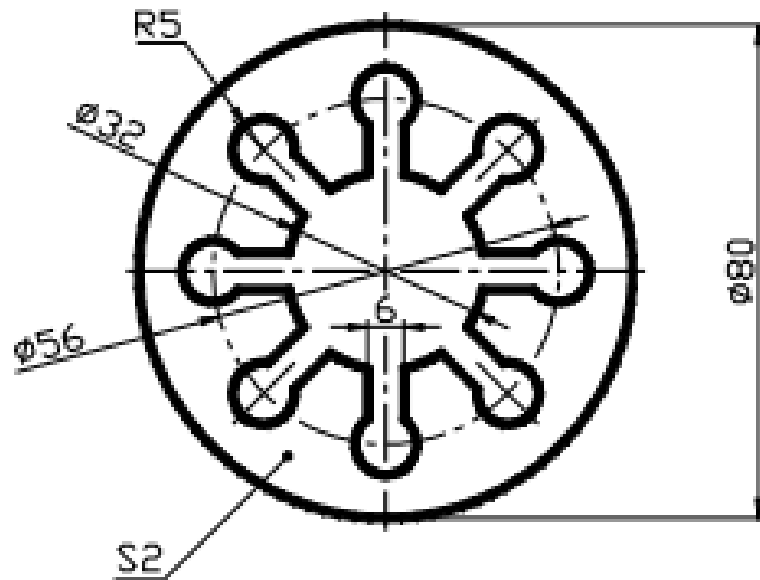
Таблица 4.1 – Варианты заданий к ЛР №4

Вариант 1	Technical drawing of a gear-like shape. The outer boundary is a circle with a radius of R9. Inside, there is a diamond shape with a circumscribed circle of diameter $\varnothing 74$ and an inscribed circle of diameter $\varnothing 48$. Five holes, each with a diameter of $\varnothing 8$, are arranged in a circle around the center. The label "5отв. $\varnothing 8$" points to one of the holes. A fillet with radius R8 is shown at the intersection of the outer circle and the diamond's sides.
Вариант 2	Technical drawing of a gear-like shape. The outer boundary is a circle with a diameter of $\varnothing 80$. Inside, there is a regular octagon with a circumscribed circle of diameter $\varnothing 44$. Five holes, each with a diameter of $\varnothing 14$, are arranged in a circle around the center. The label "5отв. $\varnothing 14$" points to one of the holes. A fillet with radius R7 is shown at the intersection of the outer circle and the octagon's sides. A dimension of 10 is given for the width of the central octagon, and a dimension of 30 is given for the distance from the center to the outer edge.
Вариант 3	Technical drawing of a gear-like shape. The outer boundary is a circle with a diameter of $\varnothing 80$. Inside, there is a regular octagon with a circumscribed circle of diameter $\varnothing 45$. Ten holes, each with a diameter of $\varnothing 8$, are arranged in a circle around the center. The label "10отв. $\varnothing 8$" points to one of the holes. A fillet with radius R8 is shown at the intersection of the outer circle and the octagon's sides. A dimension of 16 is given for the width of the central octagon, and a dimension of 60 is given for the distance from the center to the outer edge.
Вариант 4	Technical drawing of a gear-like shape. The outer boundary is a circle with a diameter of $\varnothing 84$. Inside, there is a cross shape with a circumscribed circle of diameter $\varnothing 72$. Eight holes, each with a diameter of $\varnothing 18$, are arranged in a circle around the center. The label "8отв. $\varnothing 18$" points to one of the holes. A fillet with radius R7 is shown at the intersection of the outer circle and the cross's sides. A dimension of 12 is given for the width of the central cross, and a dimension of 44 is given for the distance from the center to the outer edge.

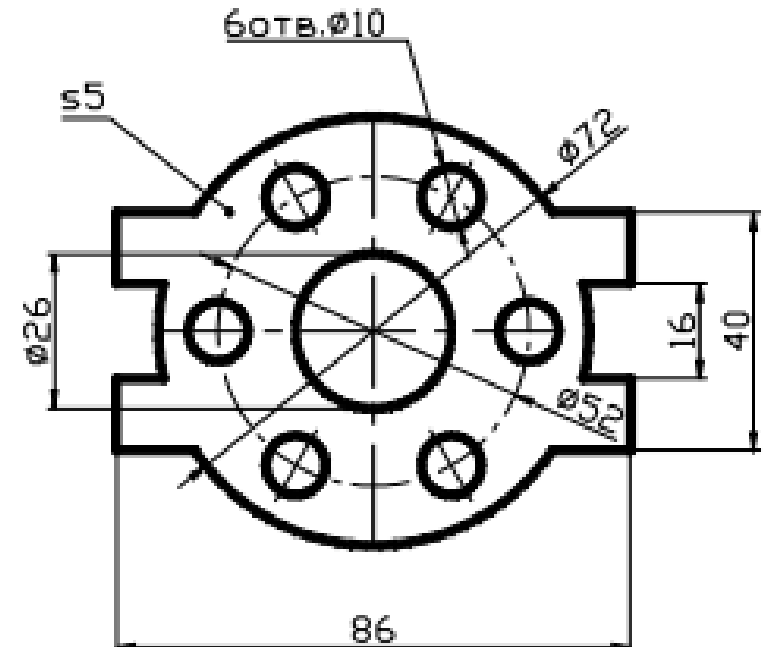
Вариант 5	
Вариант 7	
Вариант 6	
Вариант 8	

Вариант 9	 Technical drawing of a circular plate. The outer diameter is $\varnothing 80$. The inner diameter of the central slot is $\varnothing 34$. The width of the slot is 6. The distance from the center to the center of each of the six holes is 72. The holes have a diameter of $\varnothing 10$. The label "6 отв. $\varnothing 10$" points to one of the holes.	Вариант 10  Technical drawing of a gear-like circular plate. The outer diameter is $\varnothing 76$. The inner diameter of the central hole is $\varnothing 54$. The distance from the center to the center of each of the eight holes is 30. The holes have a diameter of $\varnothing 12$. The label "8 отв. $\varnothing 12$" points to one of the holes. The fillet radius at the outer edge is R10.
Вариант 11	 Technical drawing of a gear-like circular plate. The outer diameter is $\varnothing 90$. The inner diameter of the central hole is $\varnothing 52$. The distance from the center to the center of each of the five holes is 70. The holes have a diameter of $\varnothing 10$. The label "5 отв. $\varnothing 10$" points to one of the holes. The width of the top and bottom tabs is 28. The distance from the center to the bottom edge of the bottom tab is 20.	Вариант 12  Technical drawing of a circular plate. The outer diameter is $\varnothing 84$. The inner diameter of the central hole is $\varnothing 16$. The distance from the center to the center of each of the four holes is 46. The holes have a diameter of $\varnothing 16$. The width of the top and bottom tabs is 6. The distance from the center to the bottom edge of the bottom tab is 22. The label "S1,5" points to the thickness of the plate.

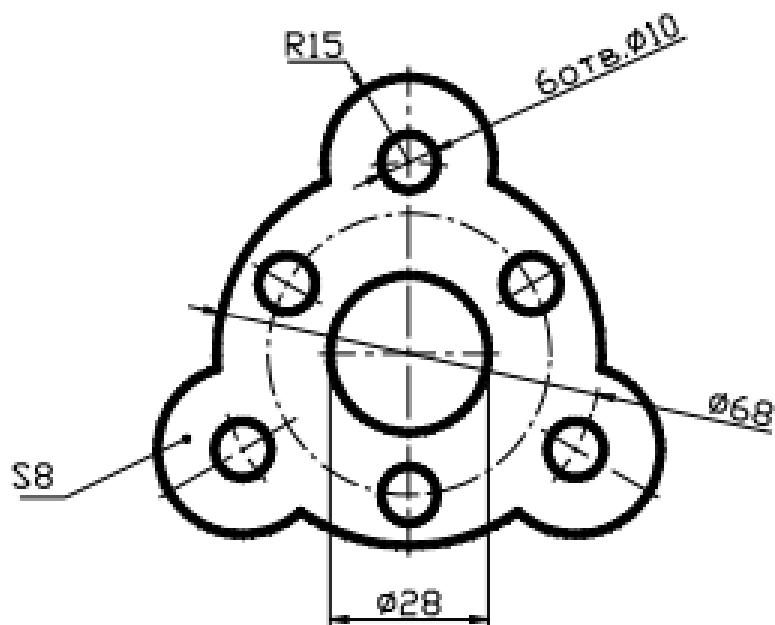
Вариант 13



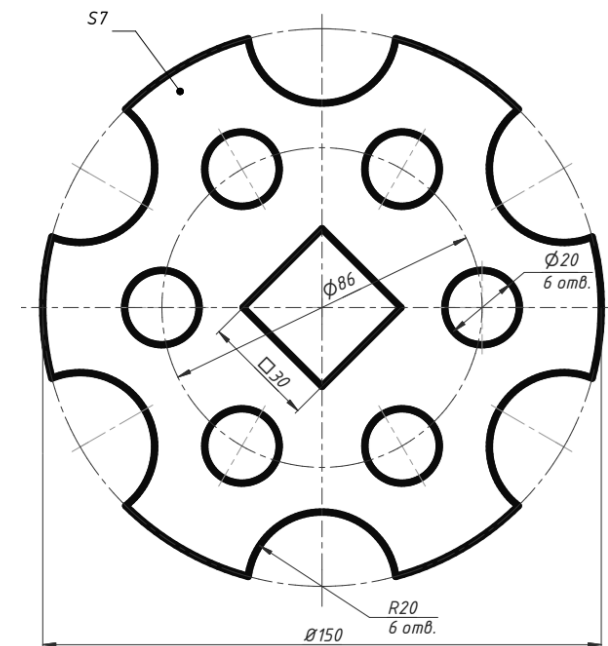
Вариант 14

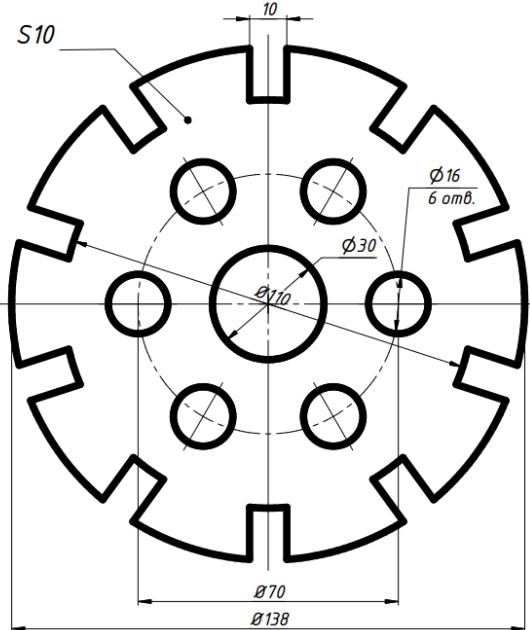
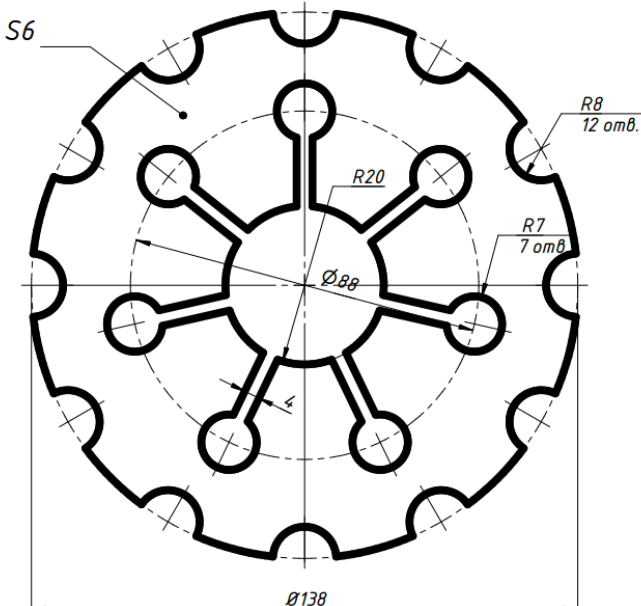


Вариант 15



Вариант 16



Вариант 17	
Вариант 18	

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ (ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ)

Цель: научиться создавать твердотельные модели.

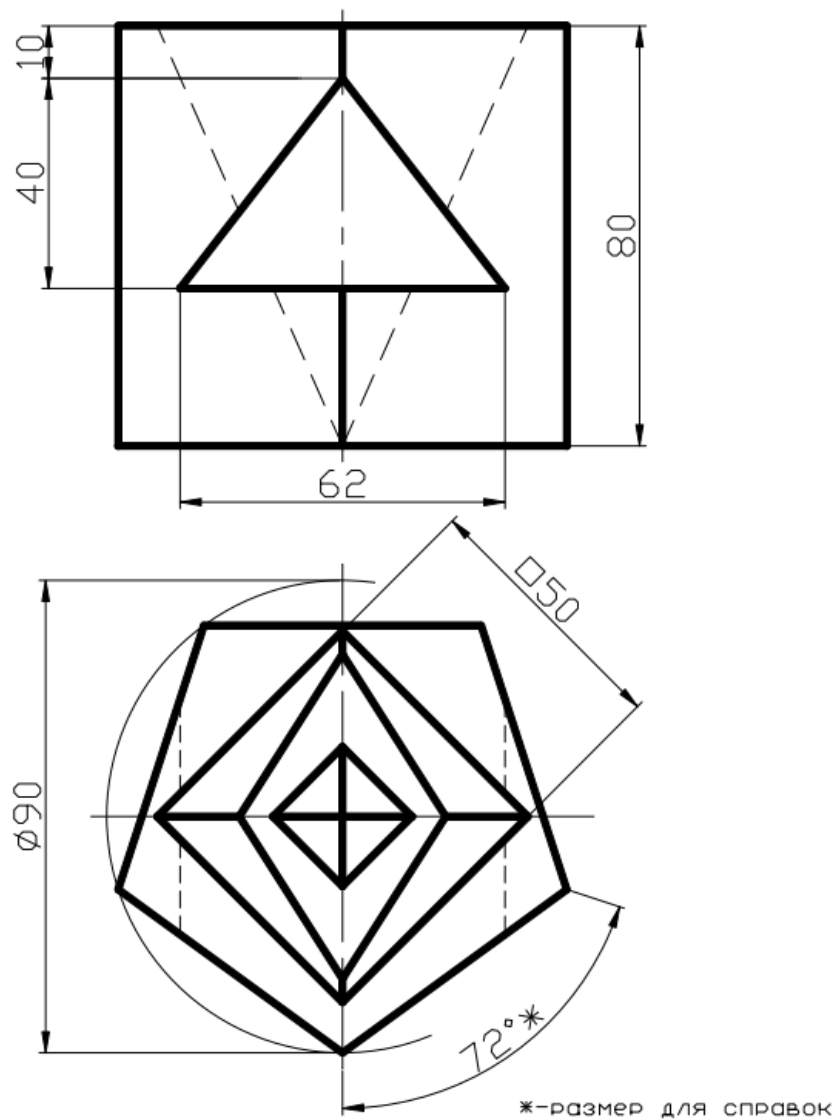
Задание: Создать твердотельные модели, согласно варианта (табл. 5.1) – 4 часа.

Примечание: Для получения твердотельных моделей используются команды выдавливание, вращение, лофт, ребро жесткости и отверстие с использованием логических команд, а также требуется построение дополнительных рабочих плоскостей.

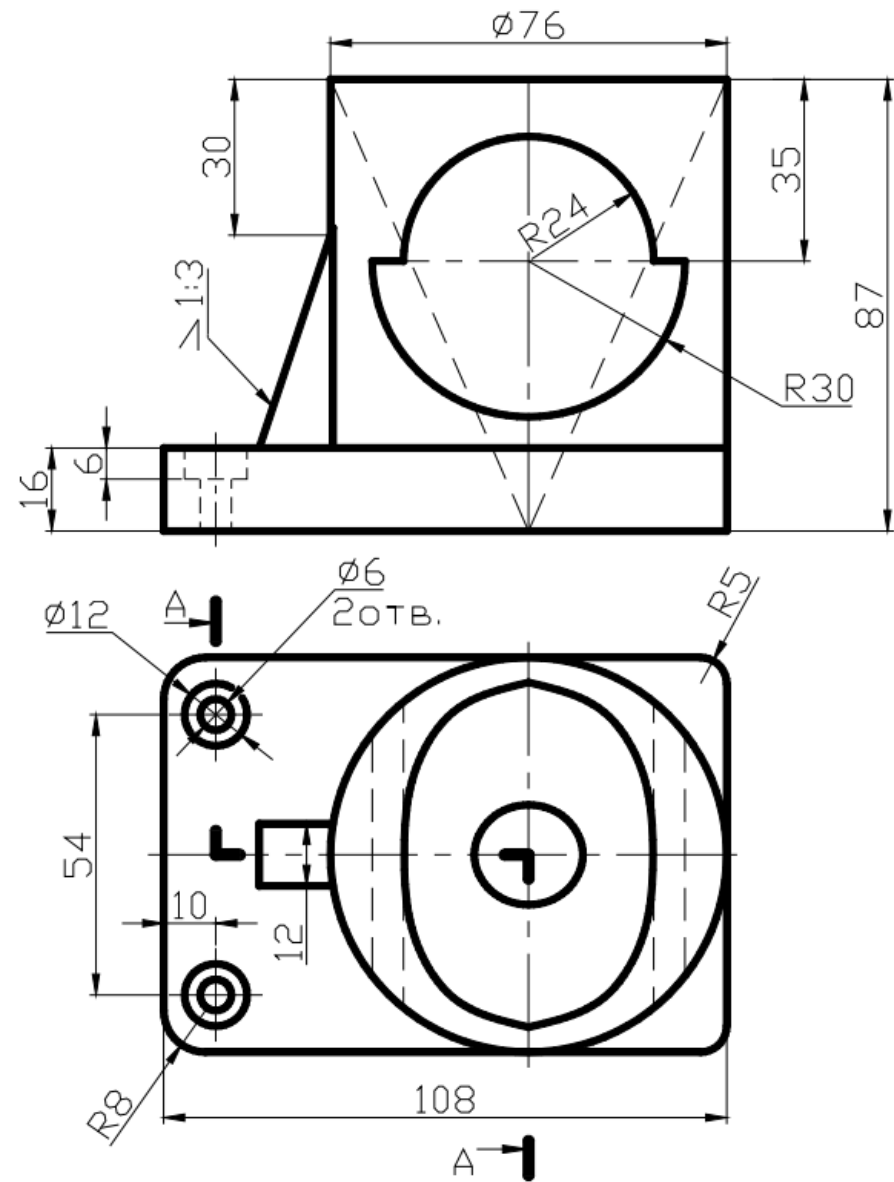
Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения (рис. с комментариями) и готовая твердотельная модель, вывод.

Таблица 5.1 – Варианты заданий к ЛР №5

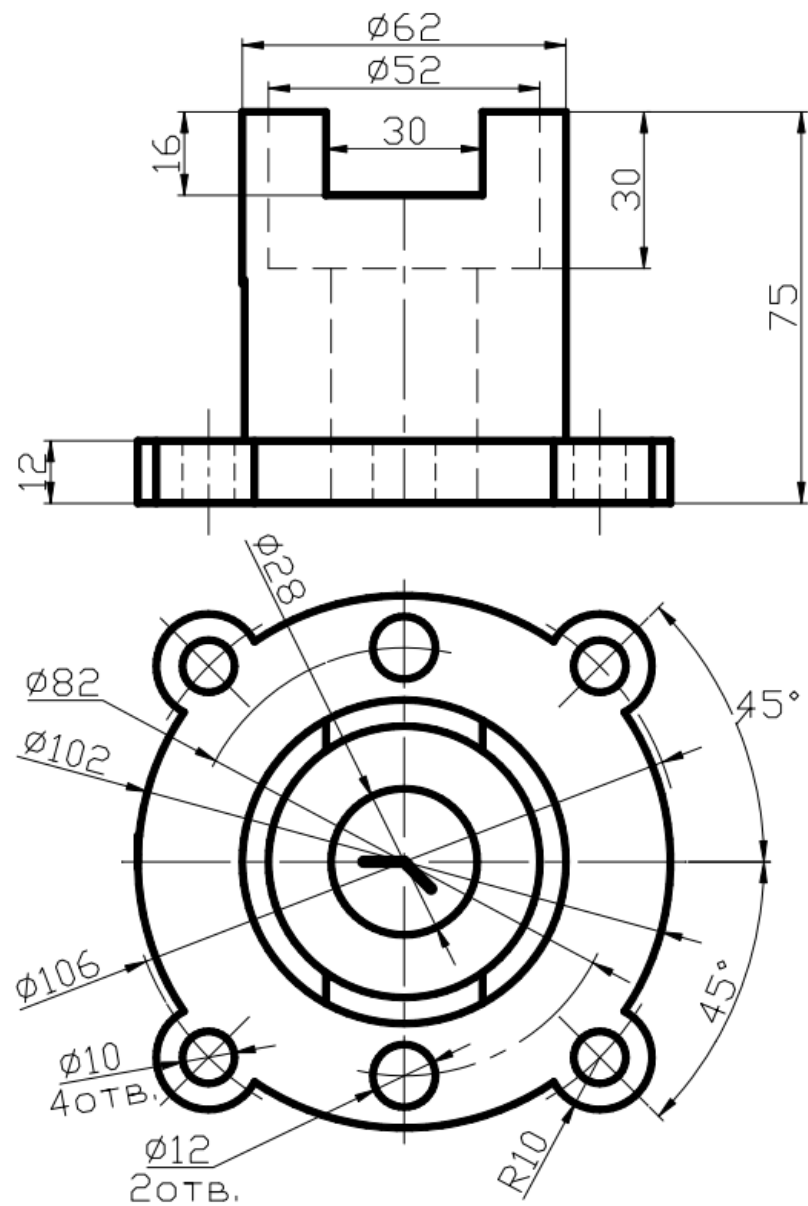
Вариант 1
Задание 1



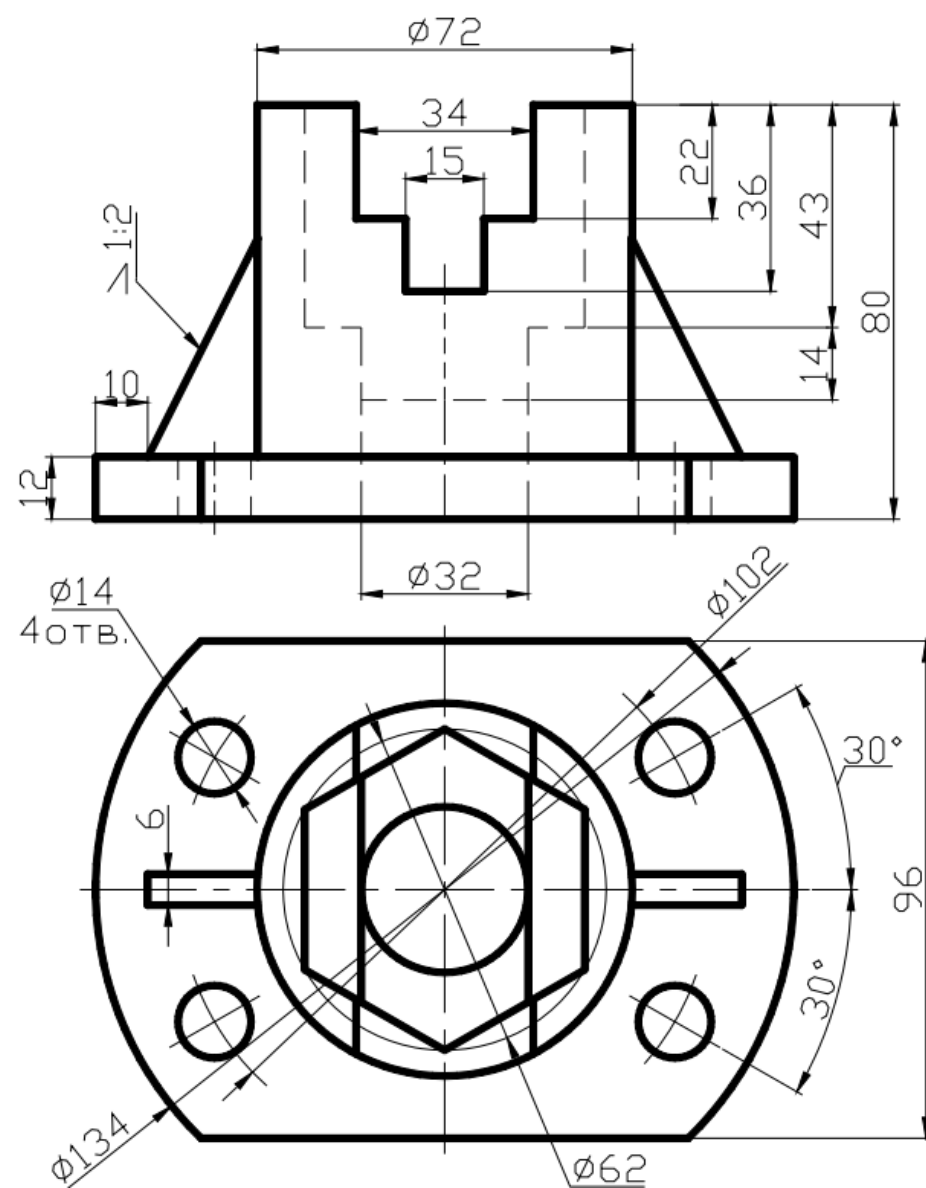
Задание 2

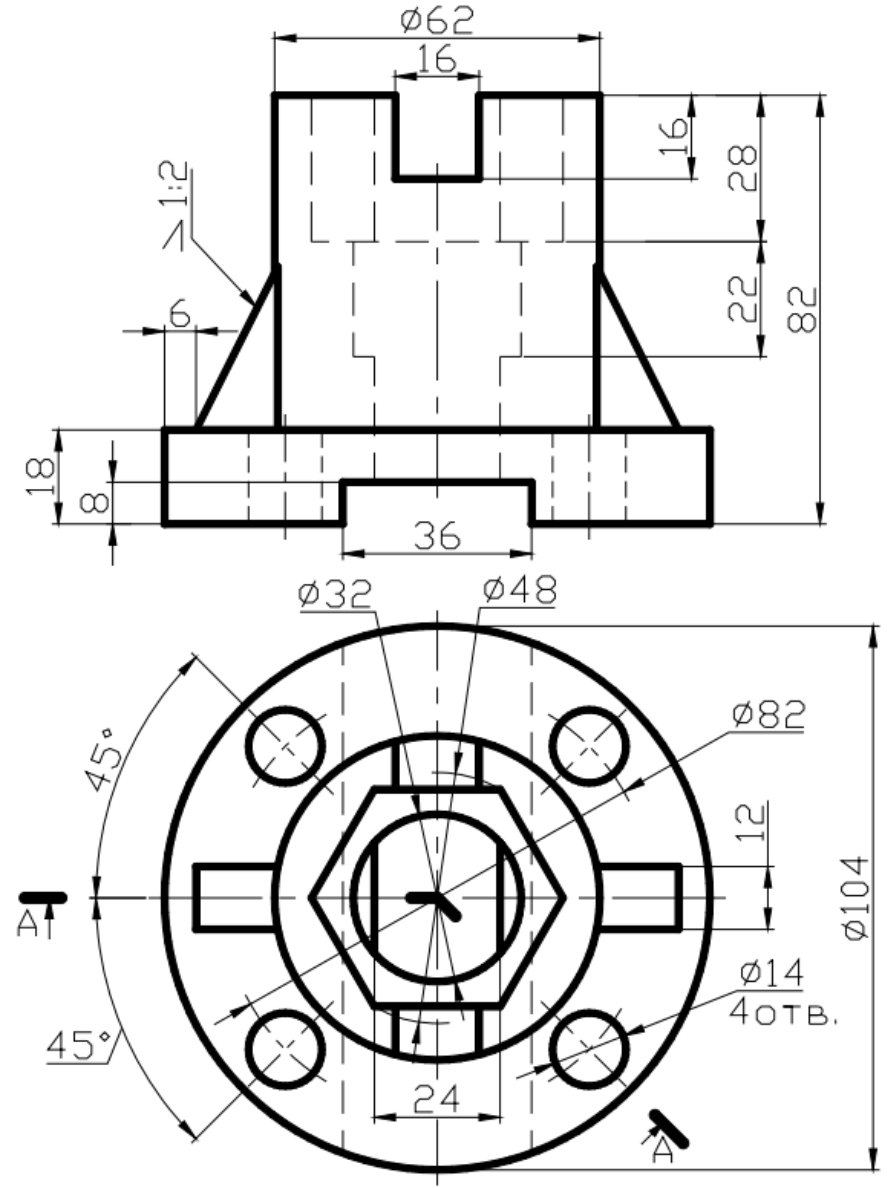
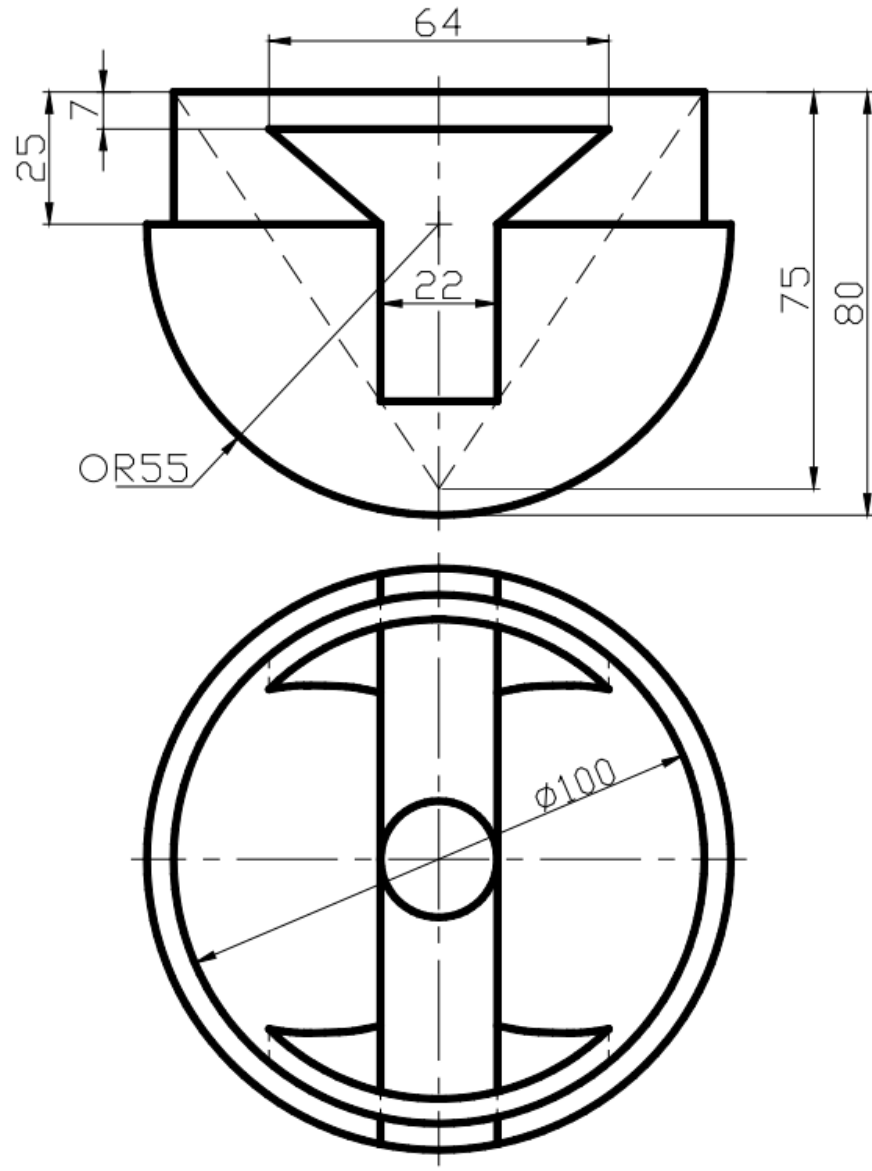


Вариант 2
Задание 1

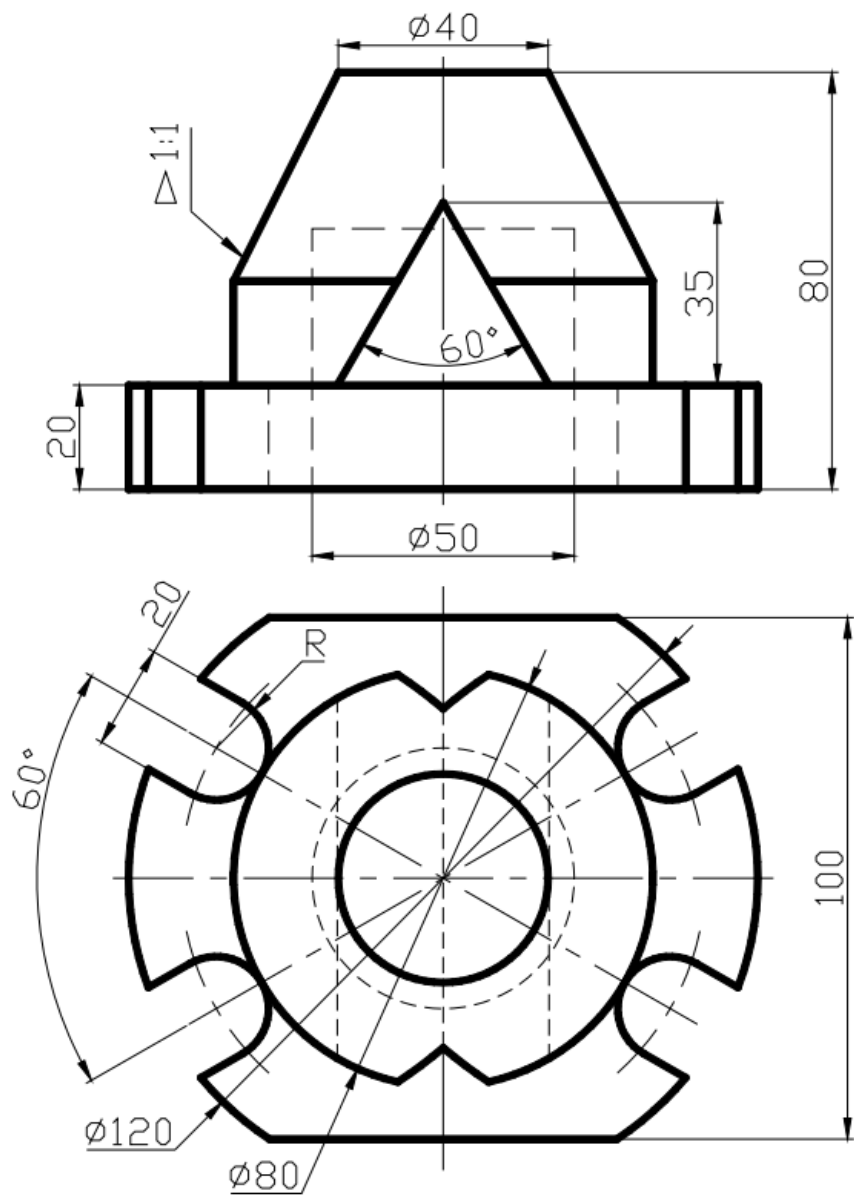


Задание 2

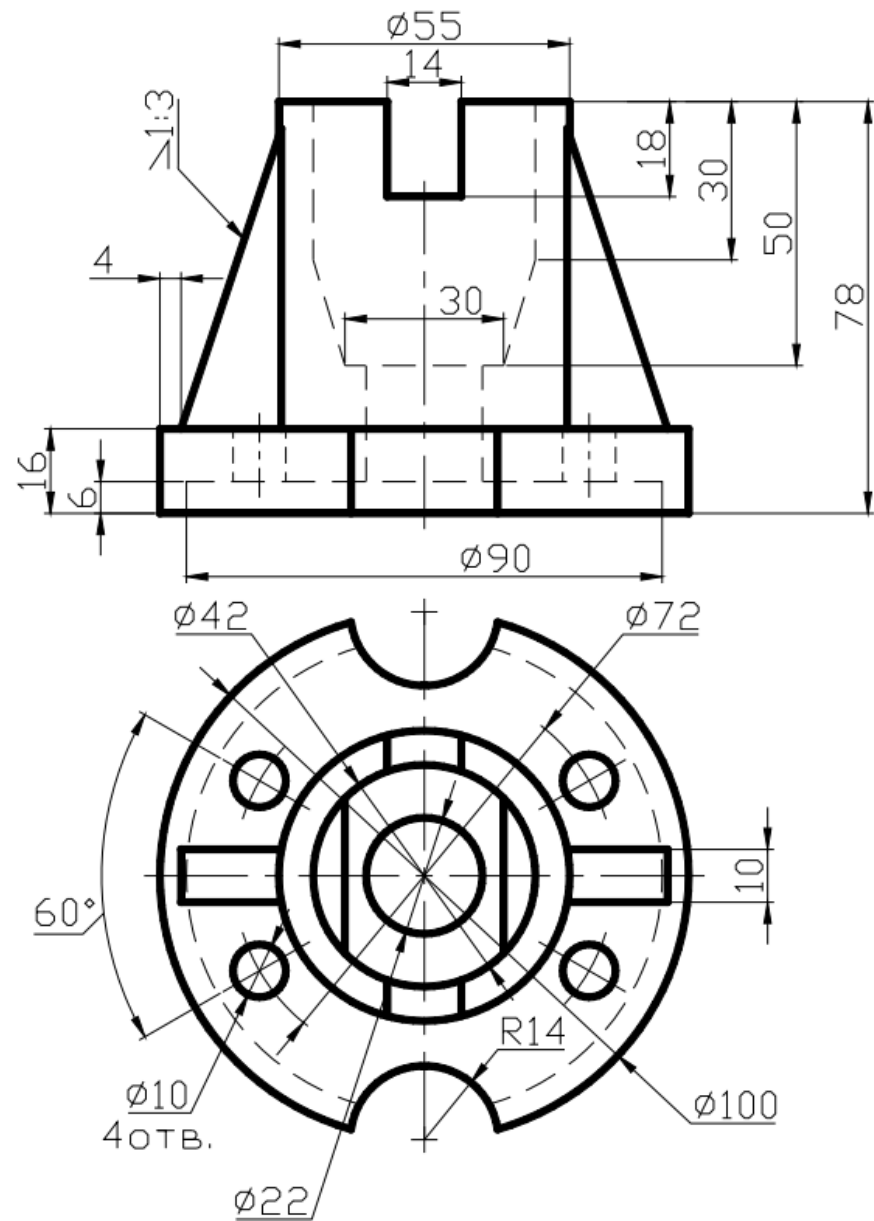


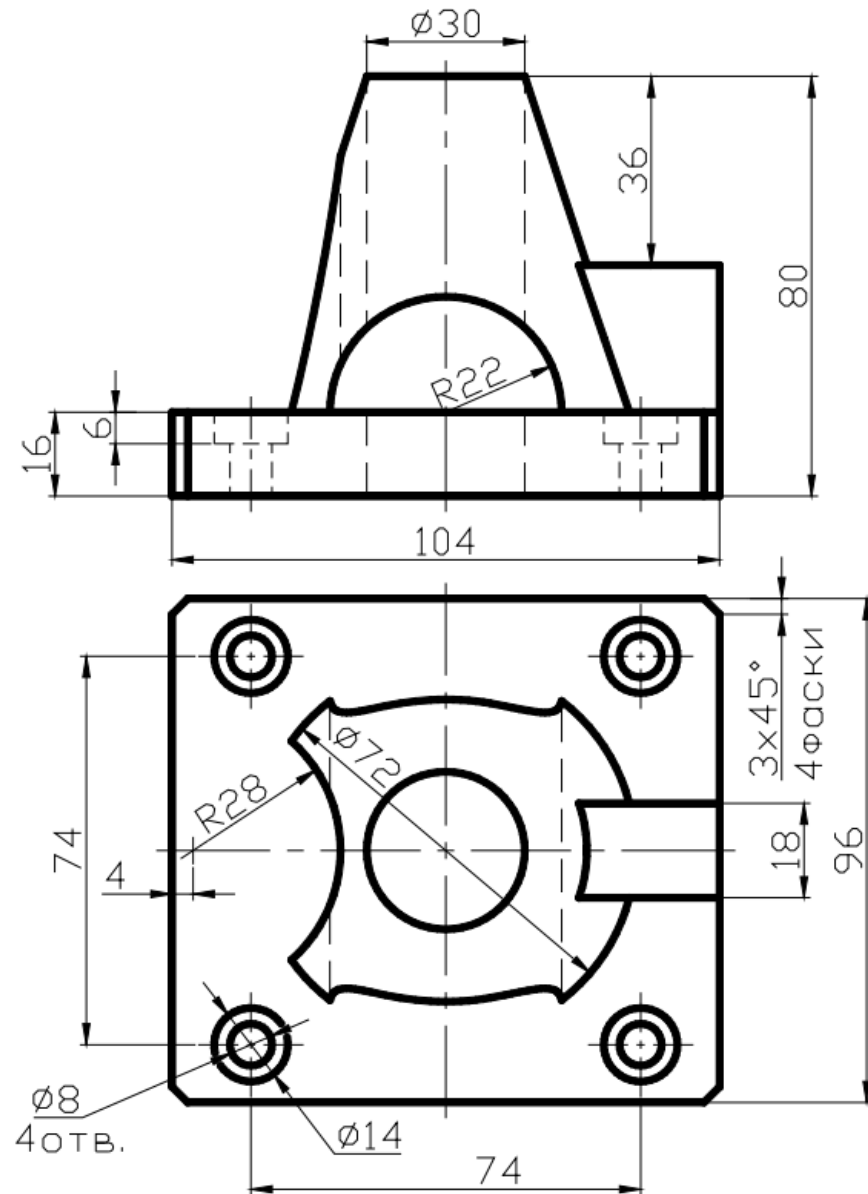
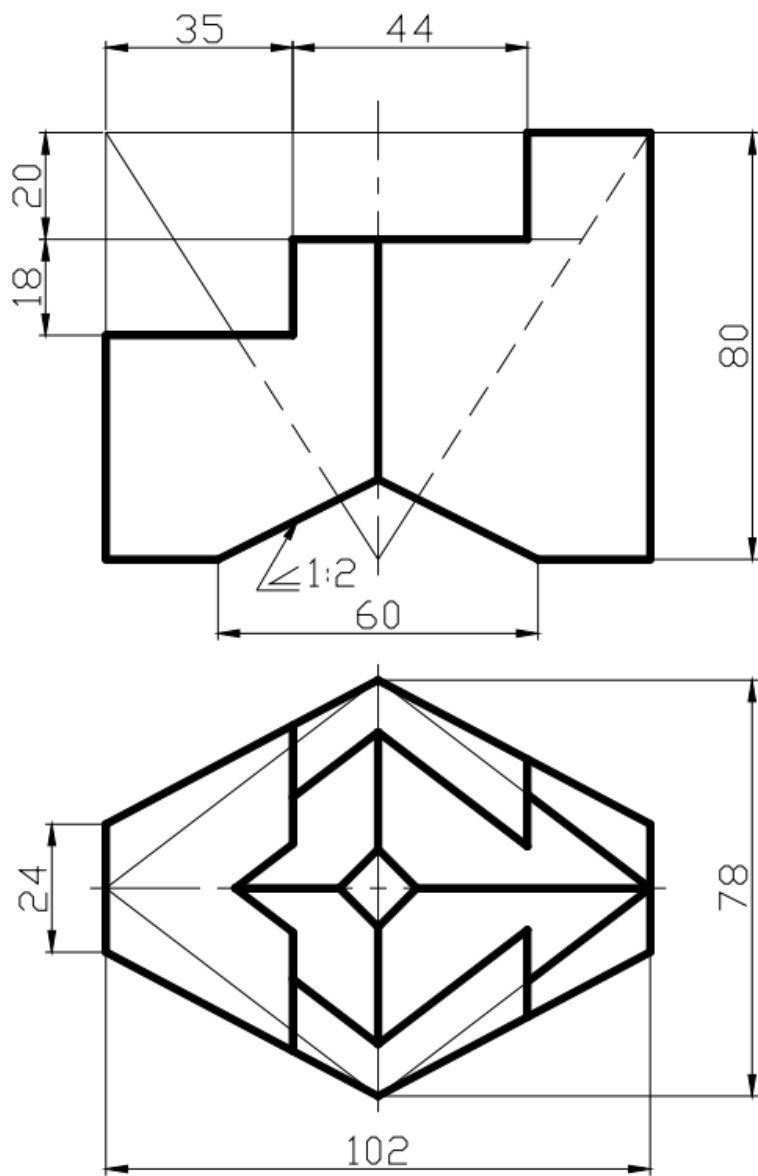


Вариант 4
Задание 1

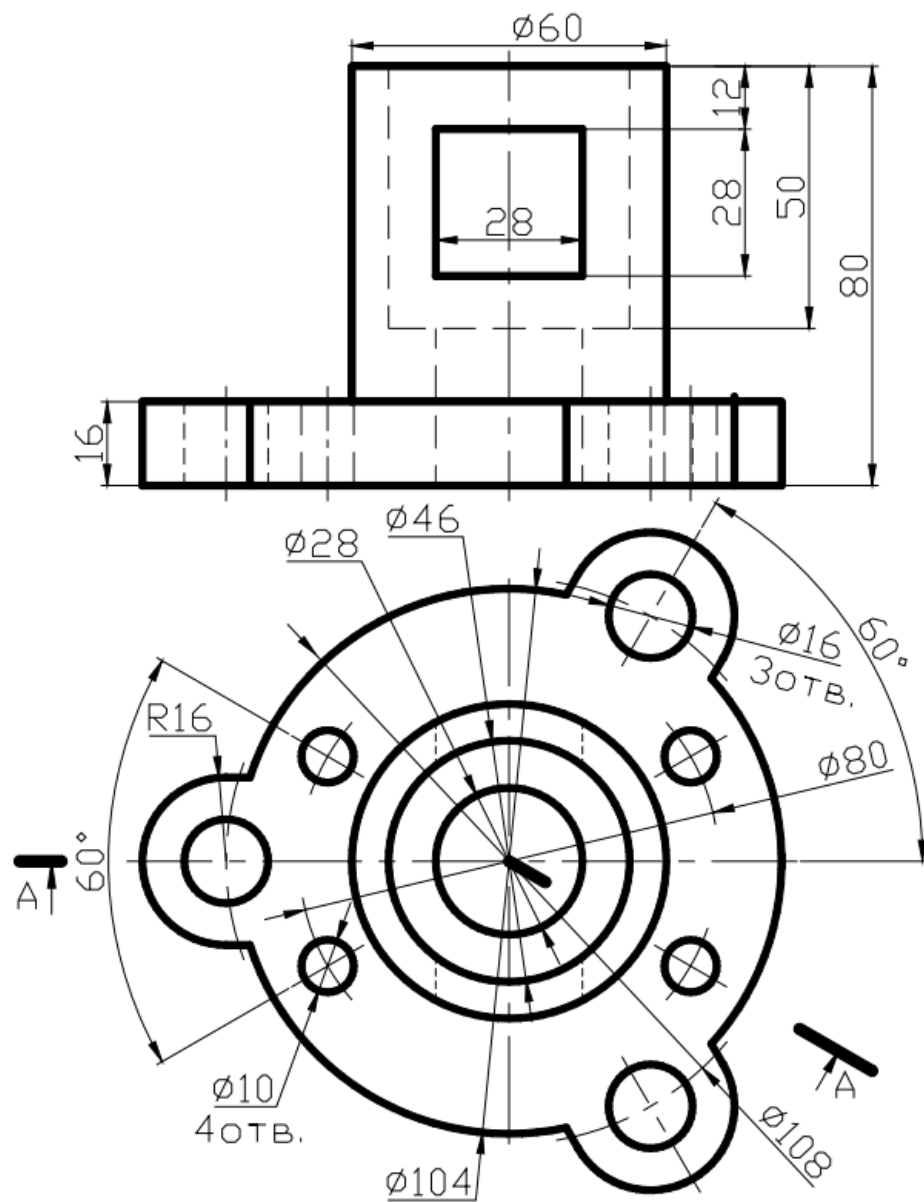


Задание 2

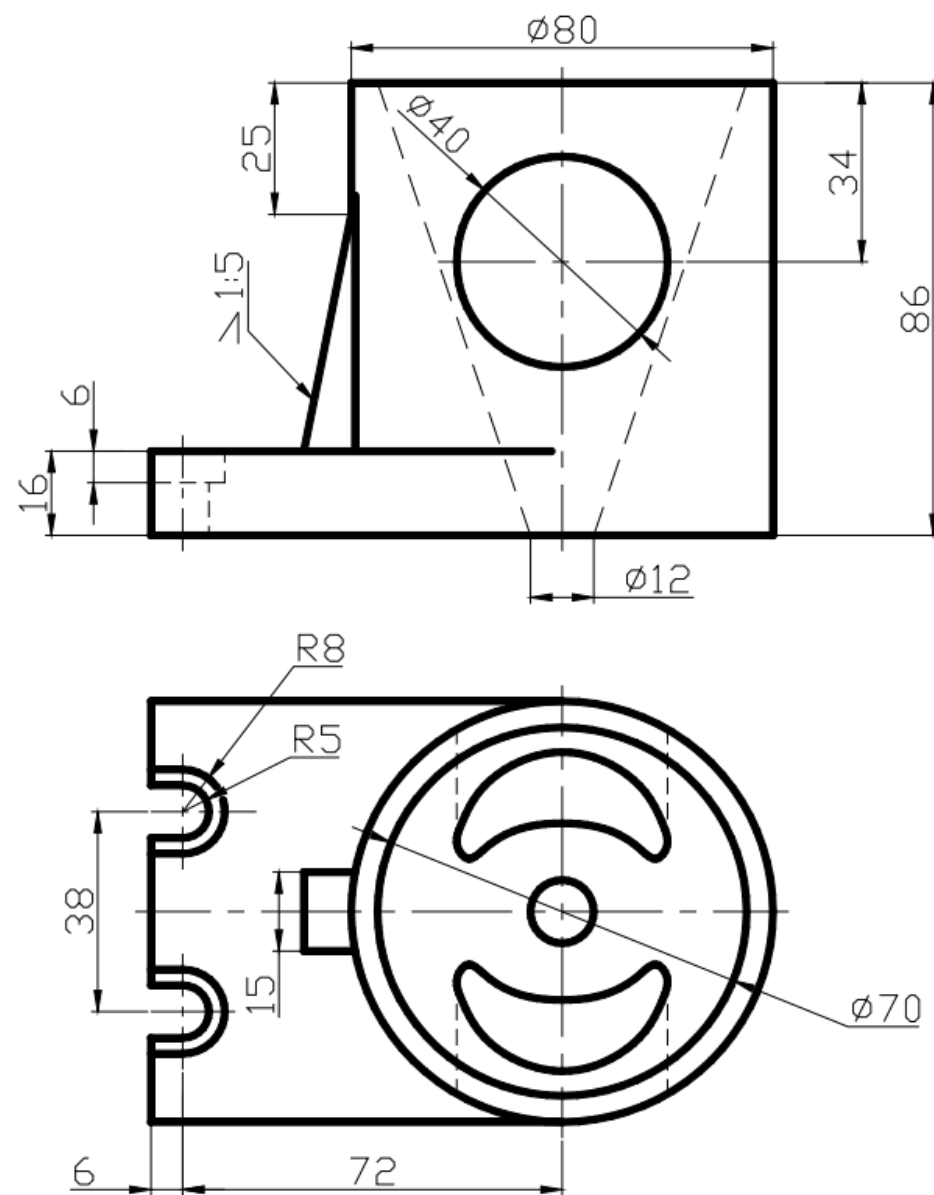


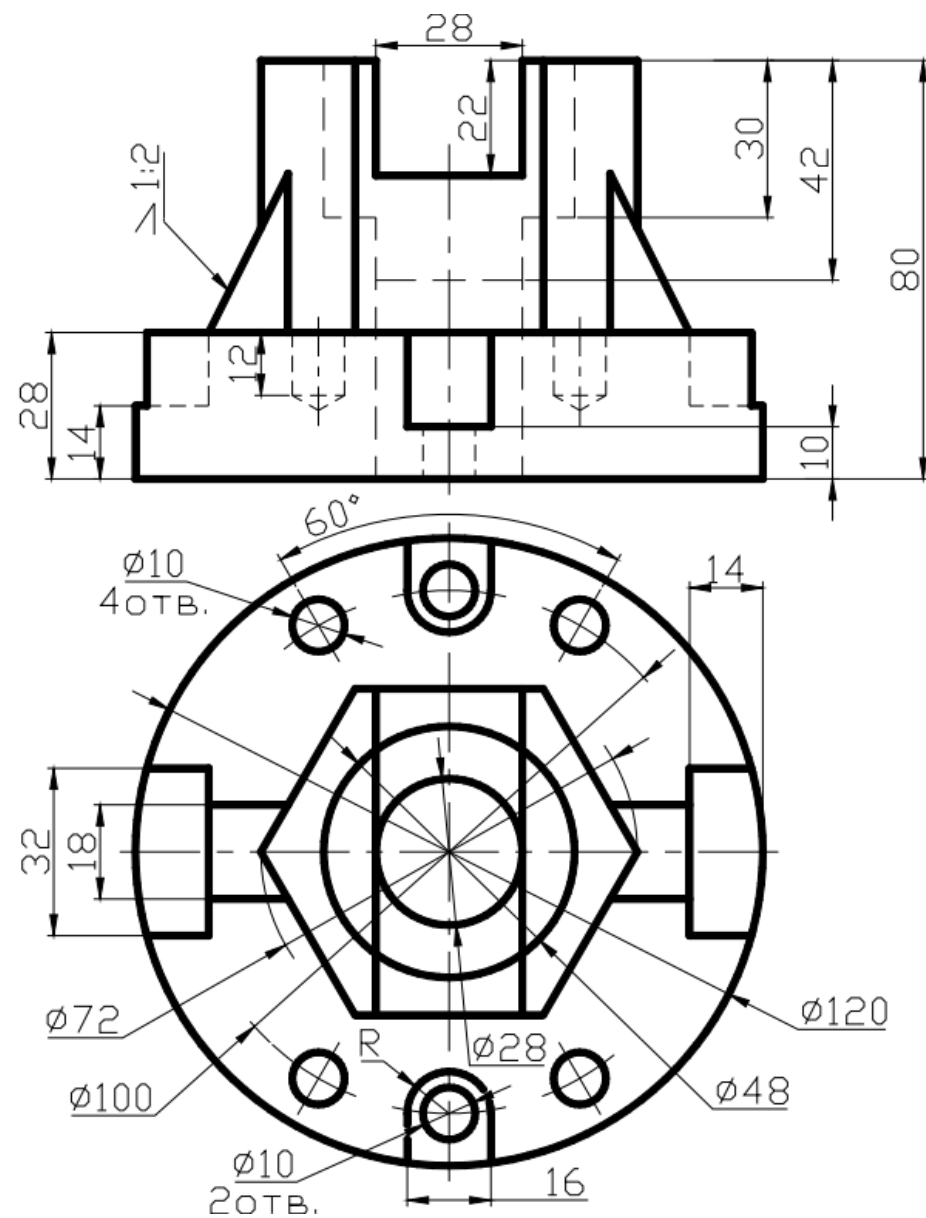
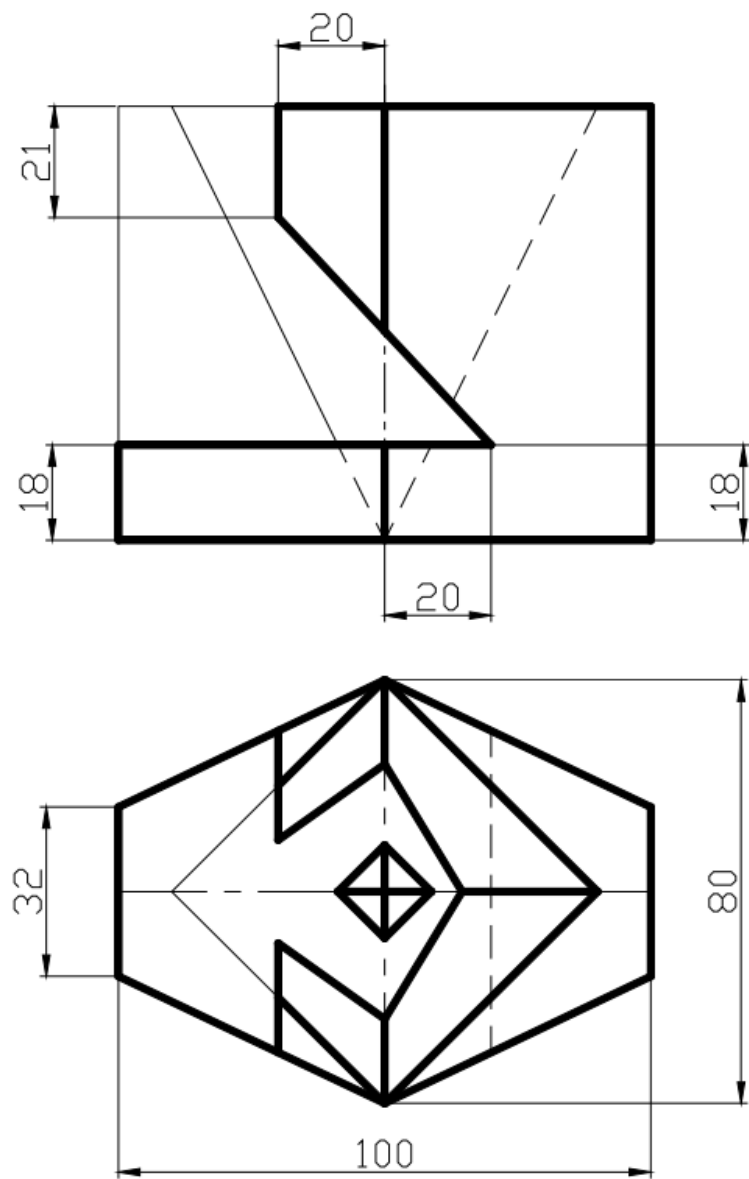


Вариант 6
Задание 1

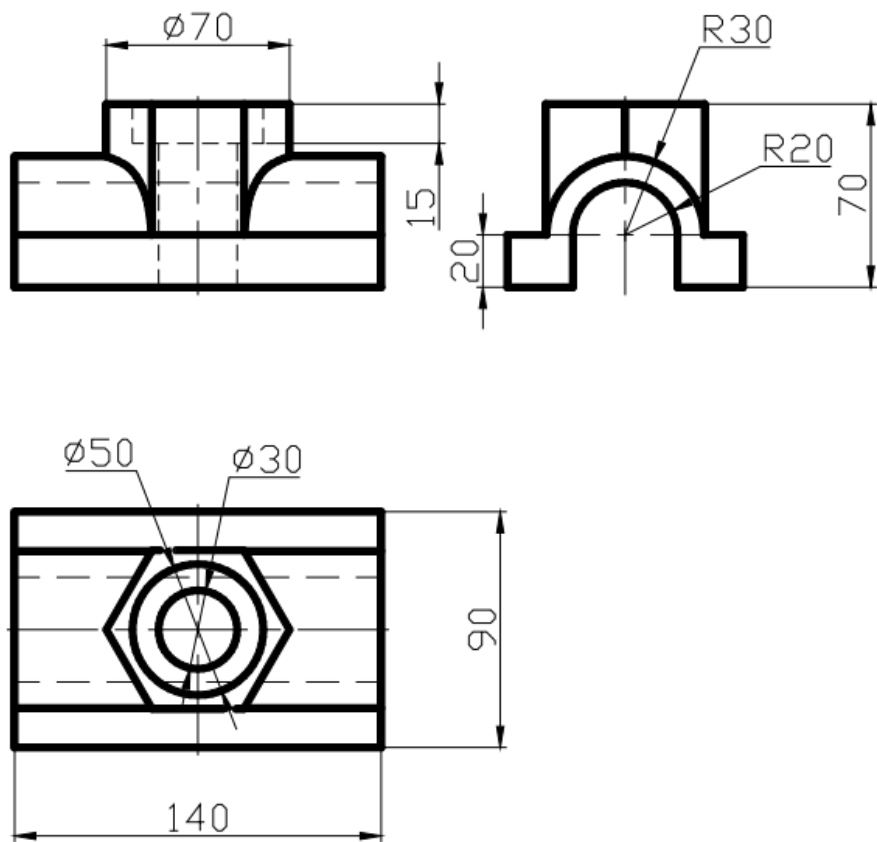


Задание 2

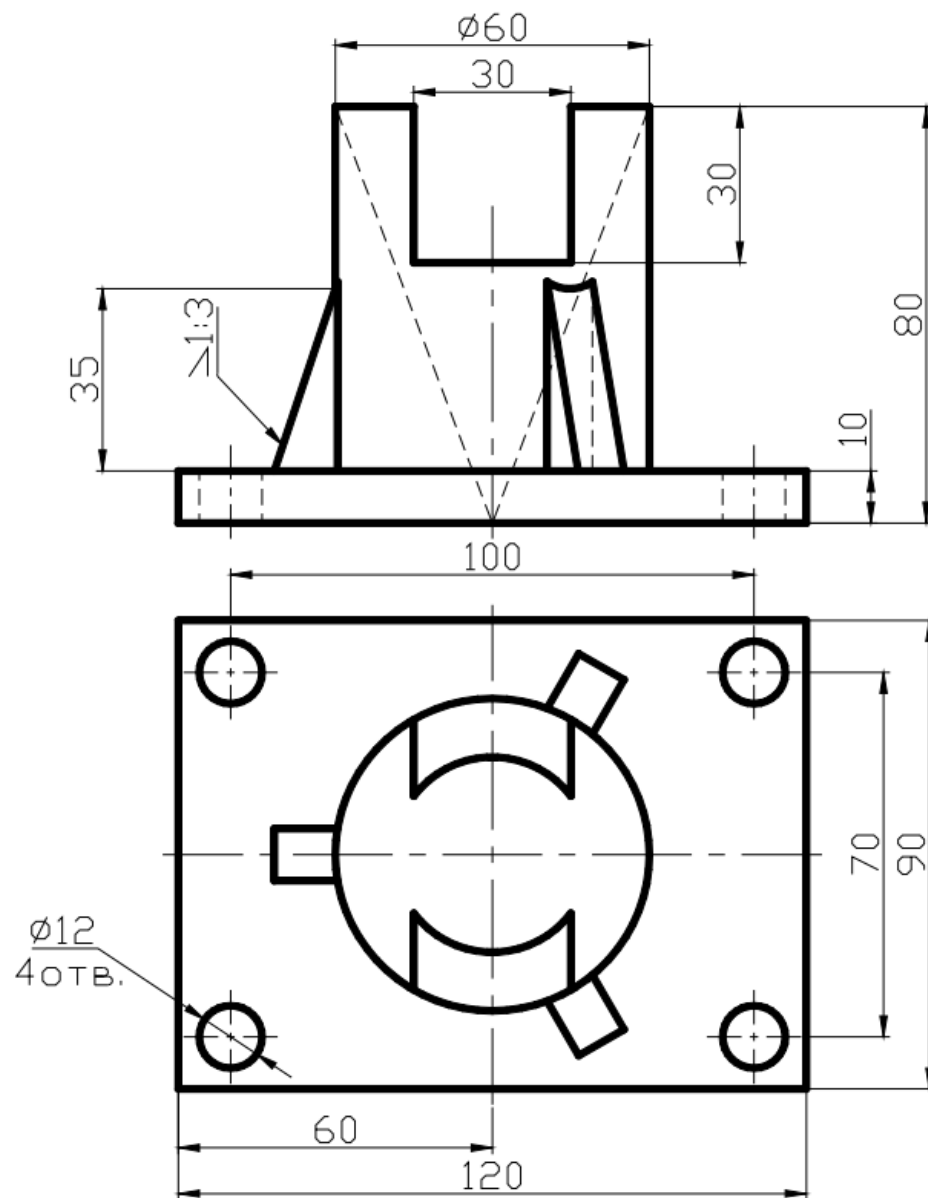


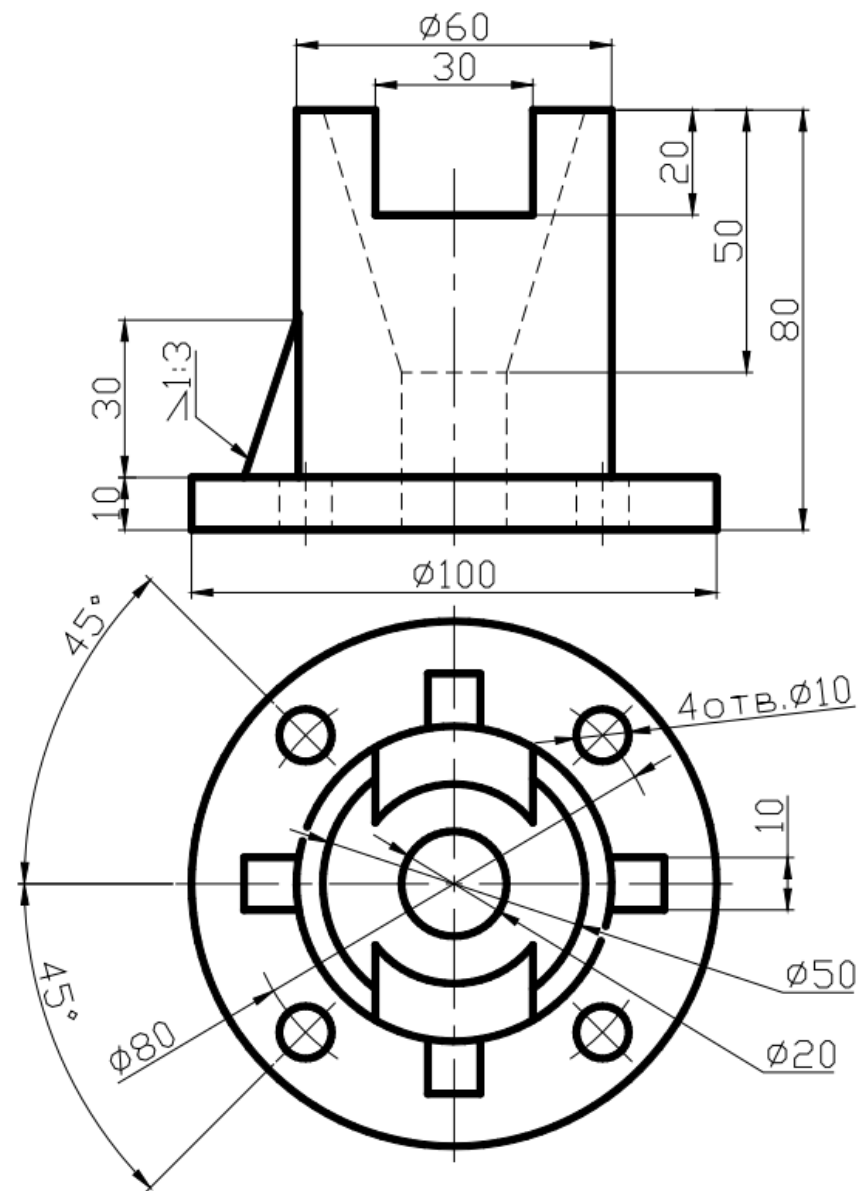
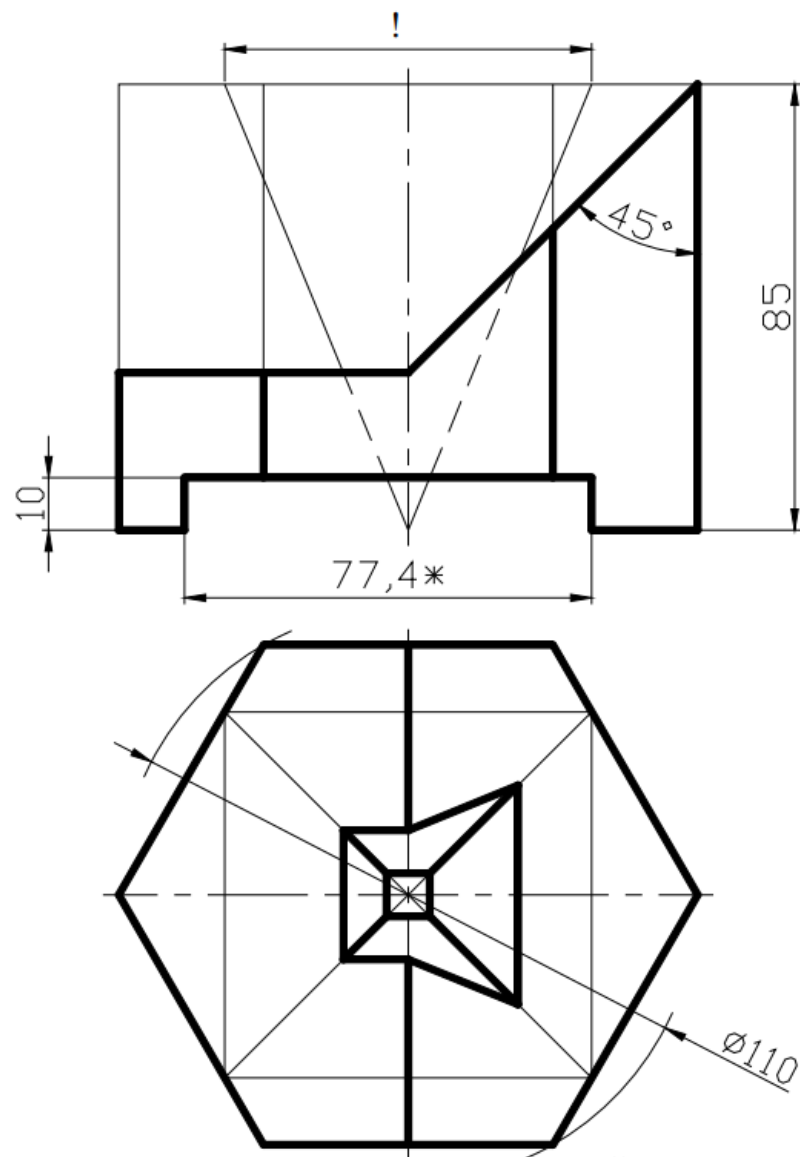


Вариант 8
Задание 1

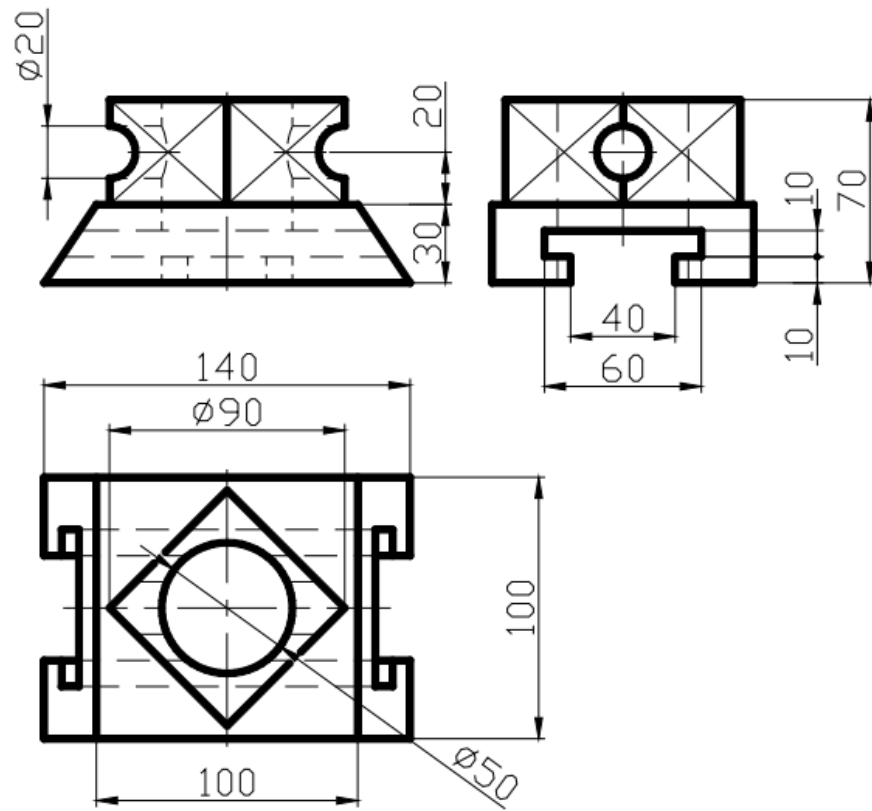


Задание 2

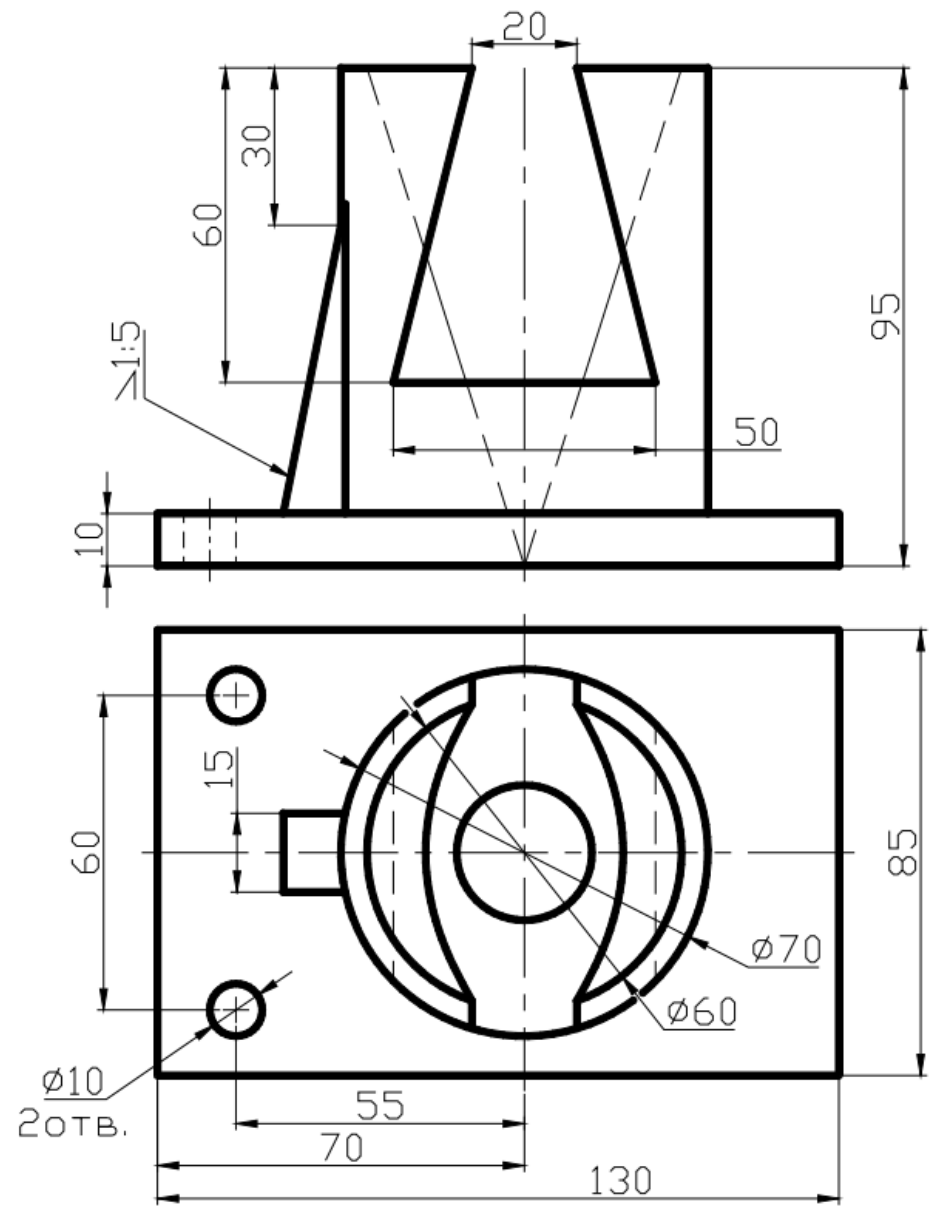


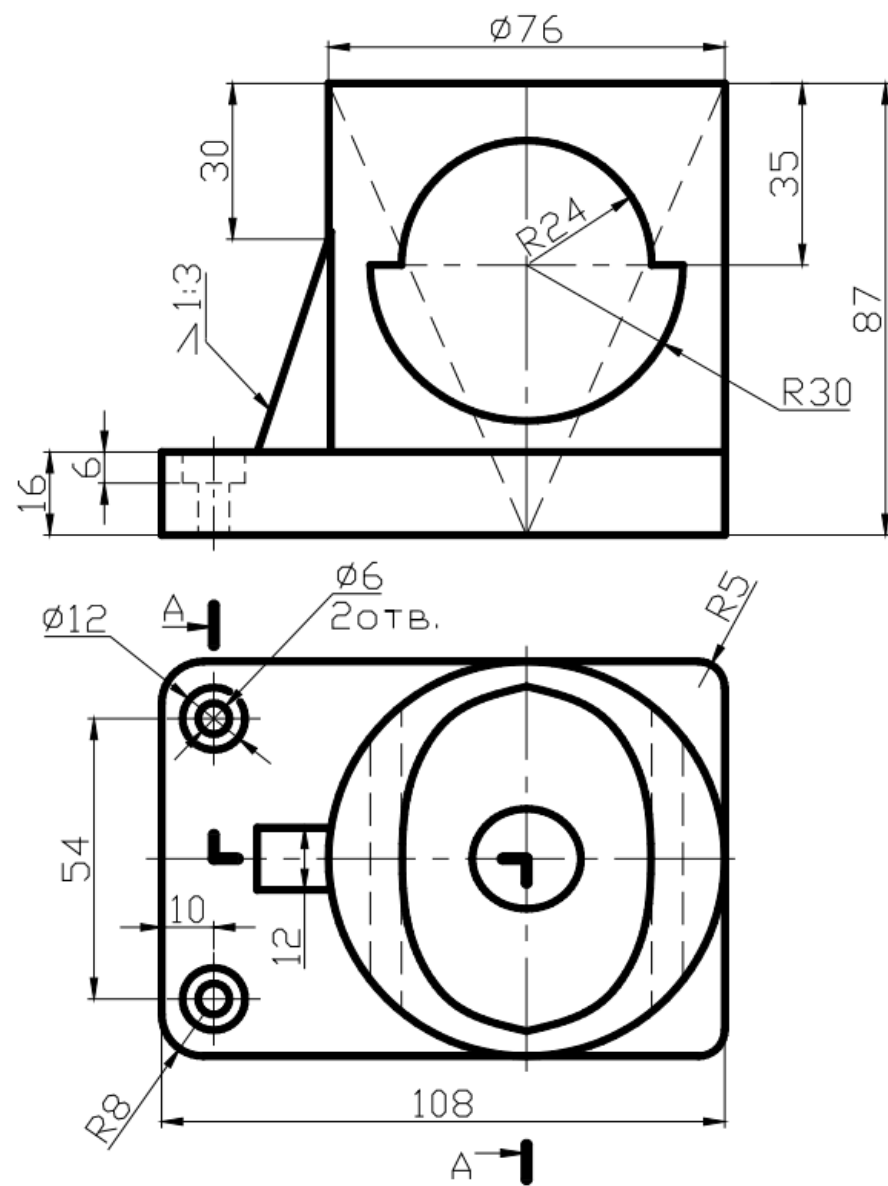
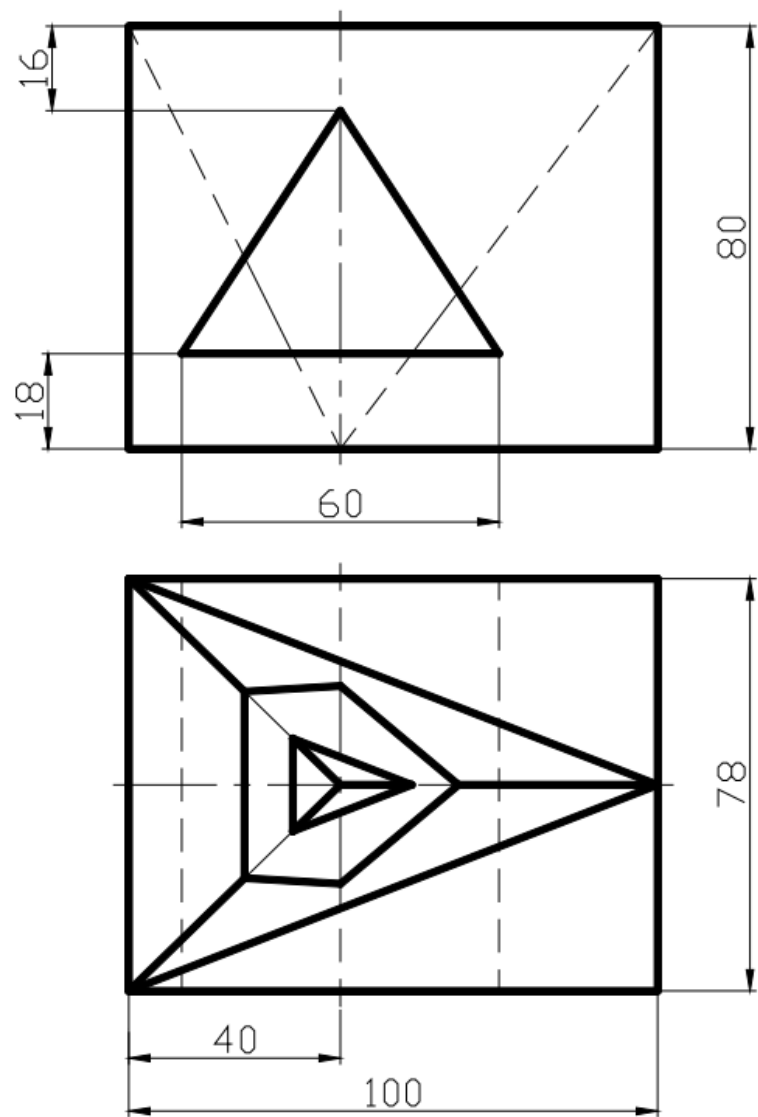


Вариант 10
Задание 1

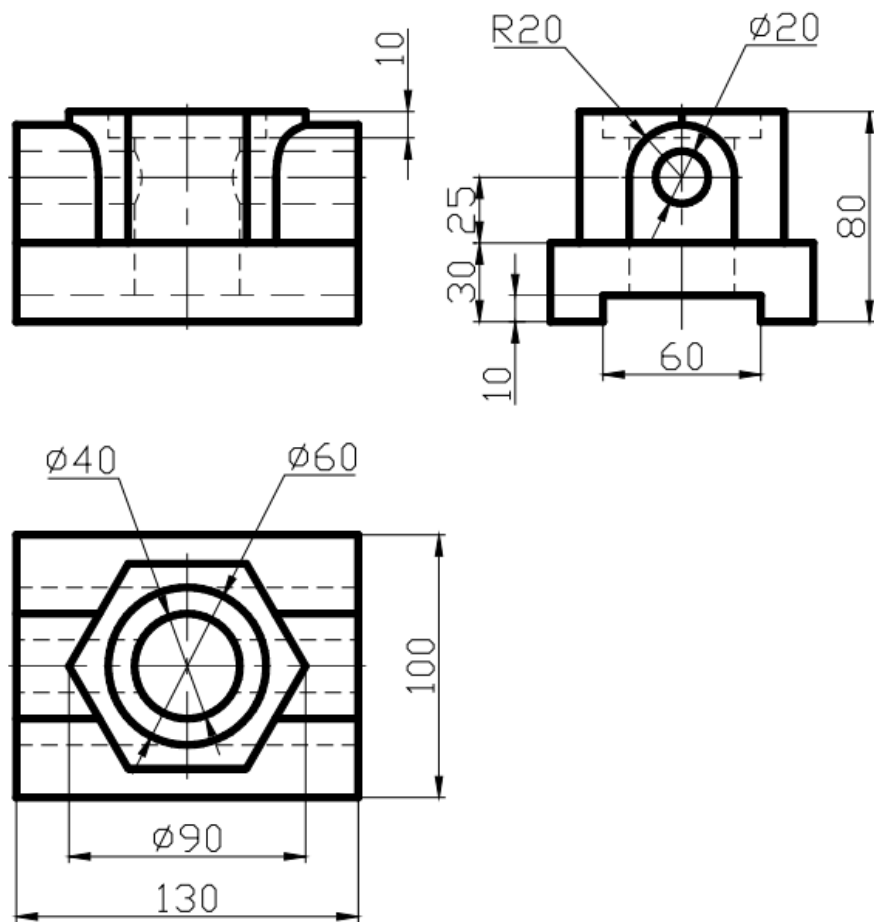


Задание 2

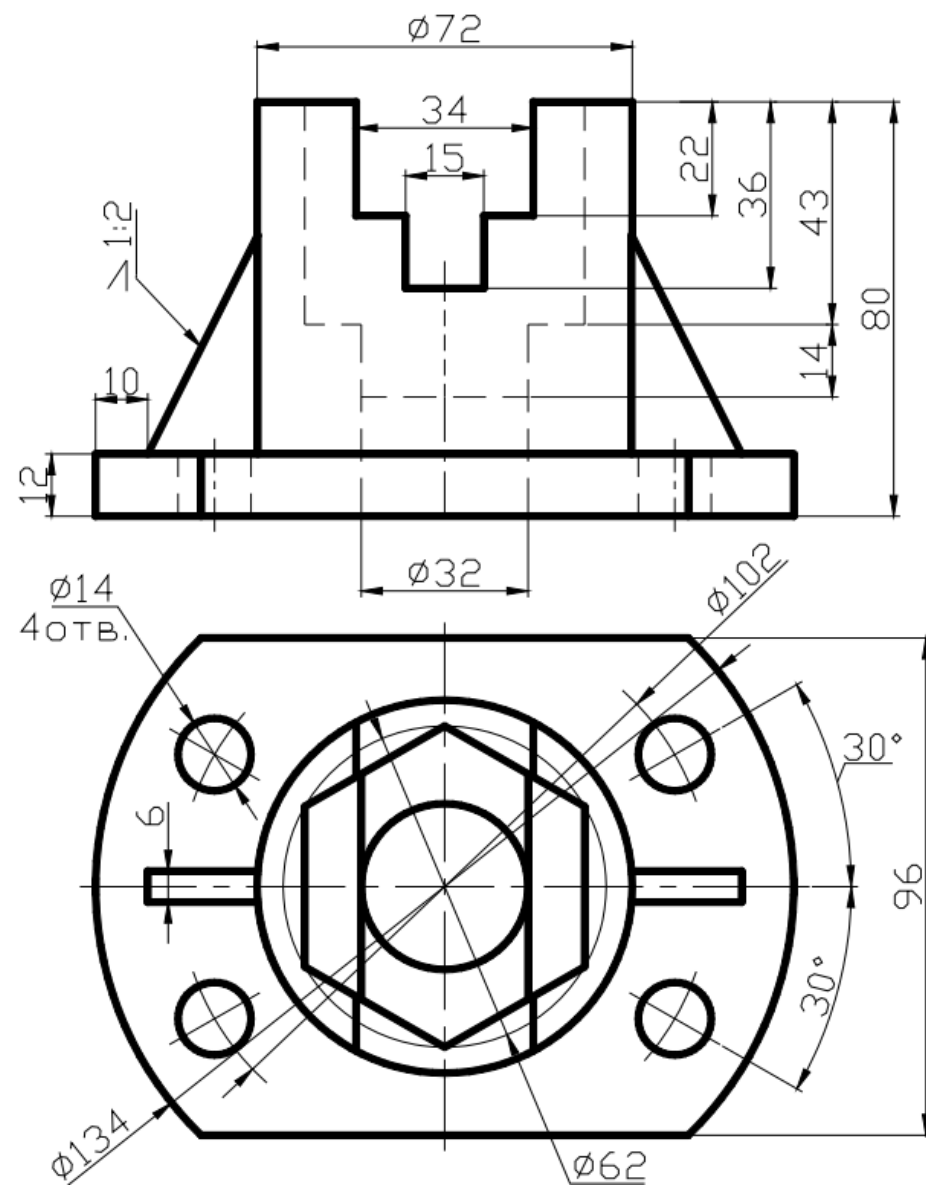




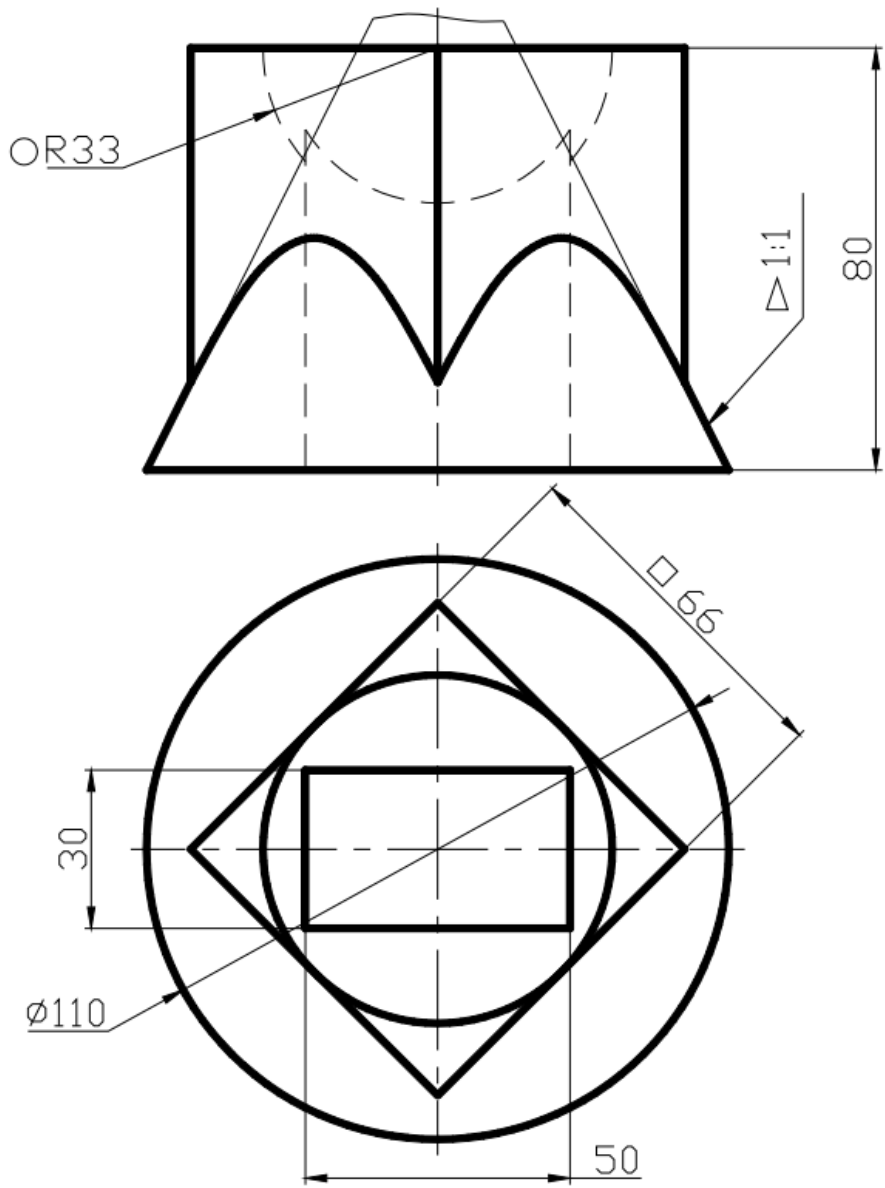
Вариант 12
Задание 1



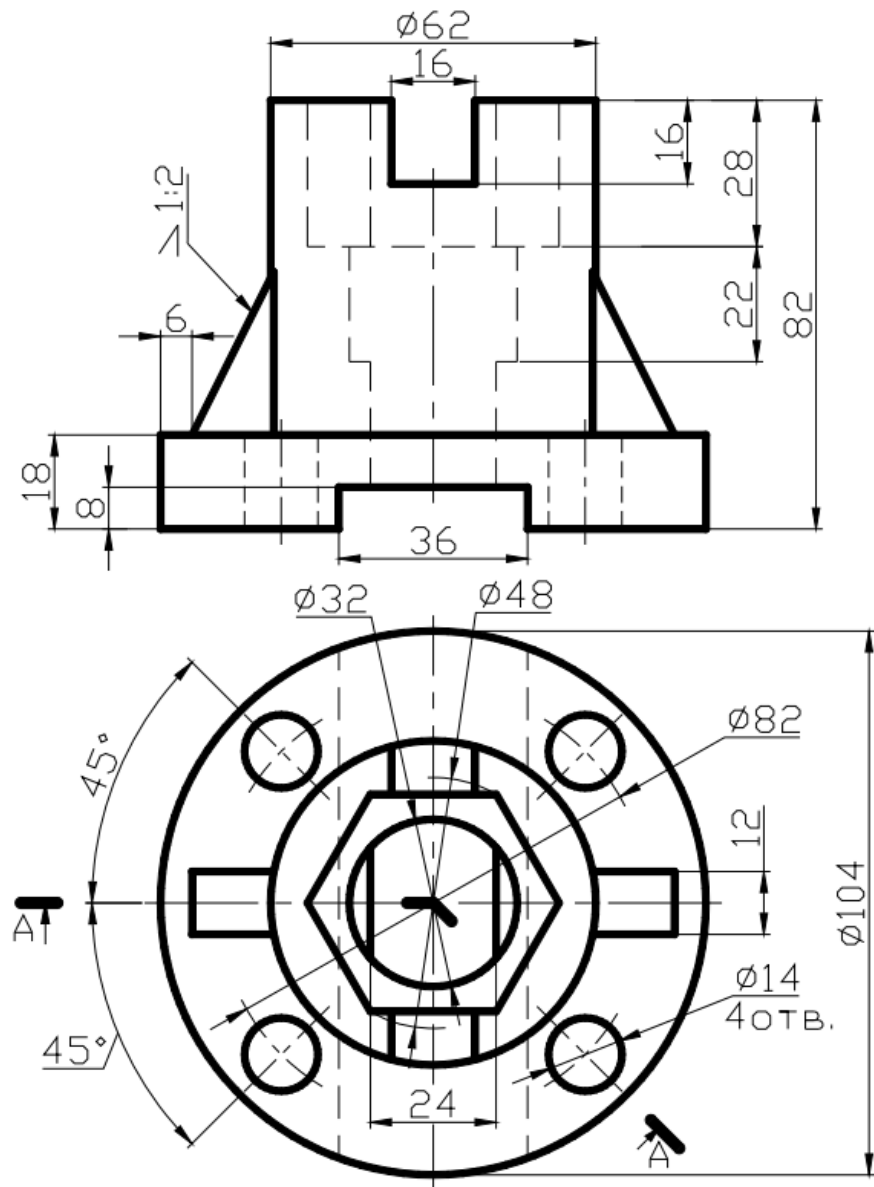
Задание 2

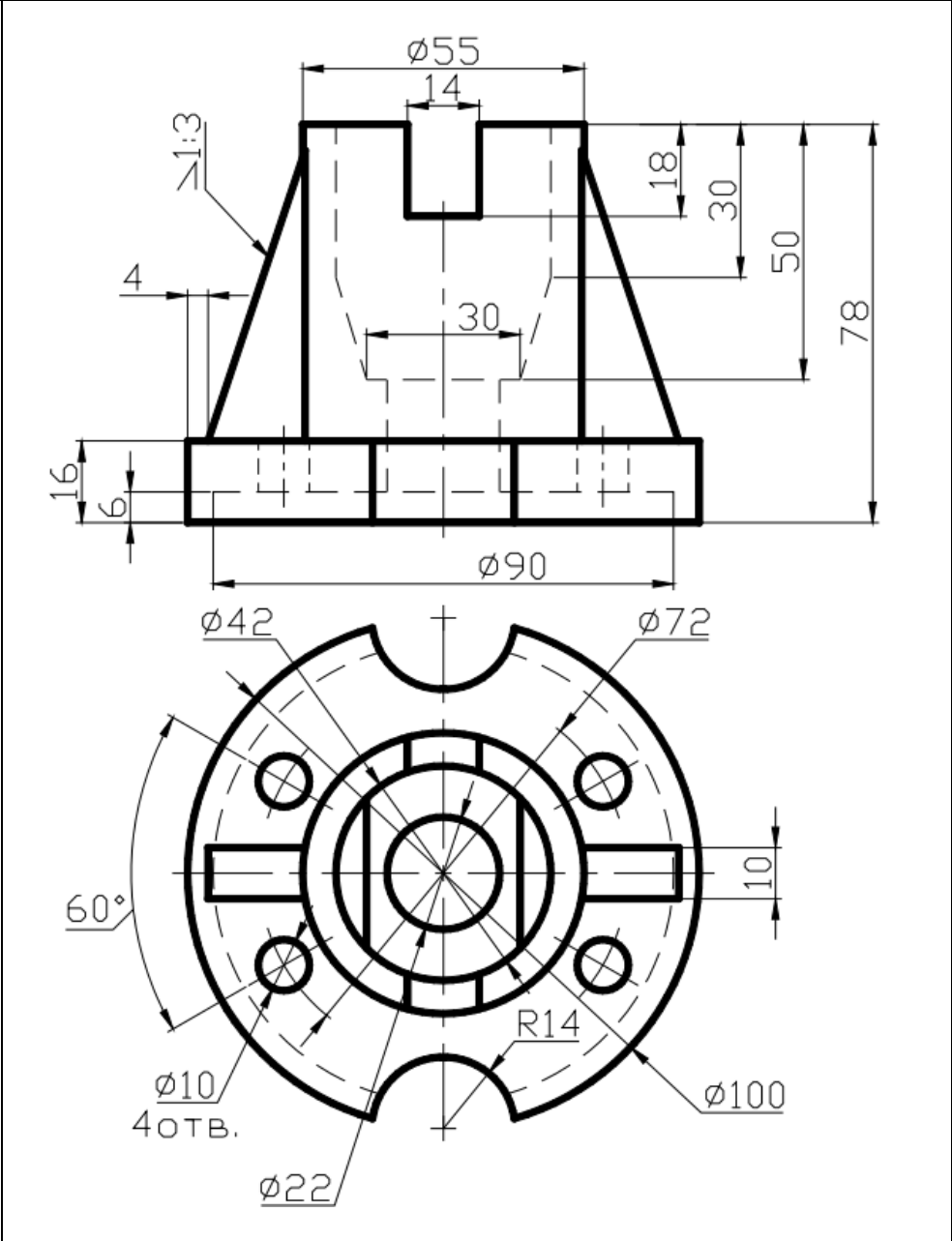
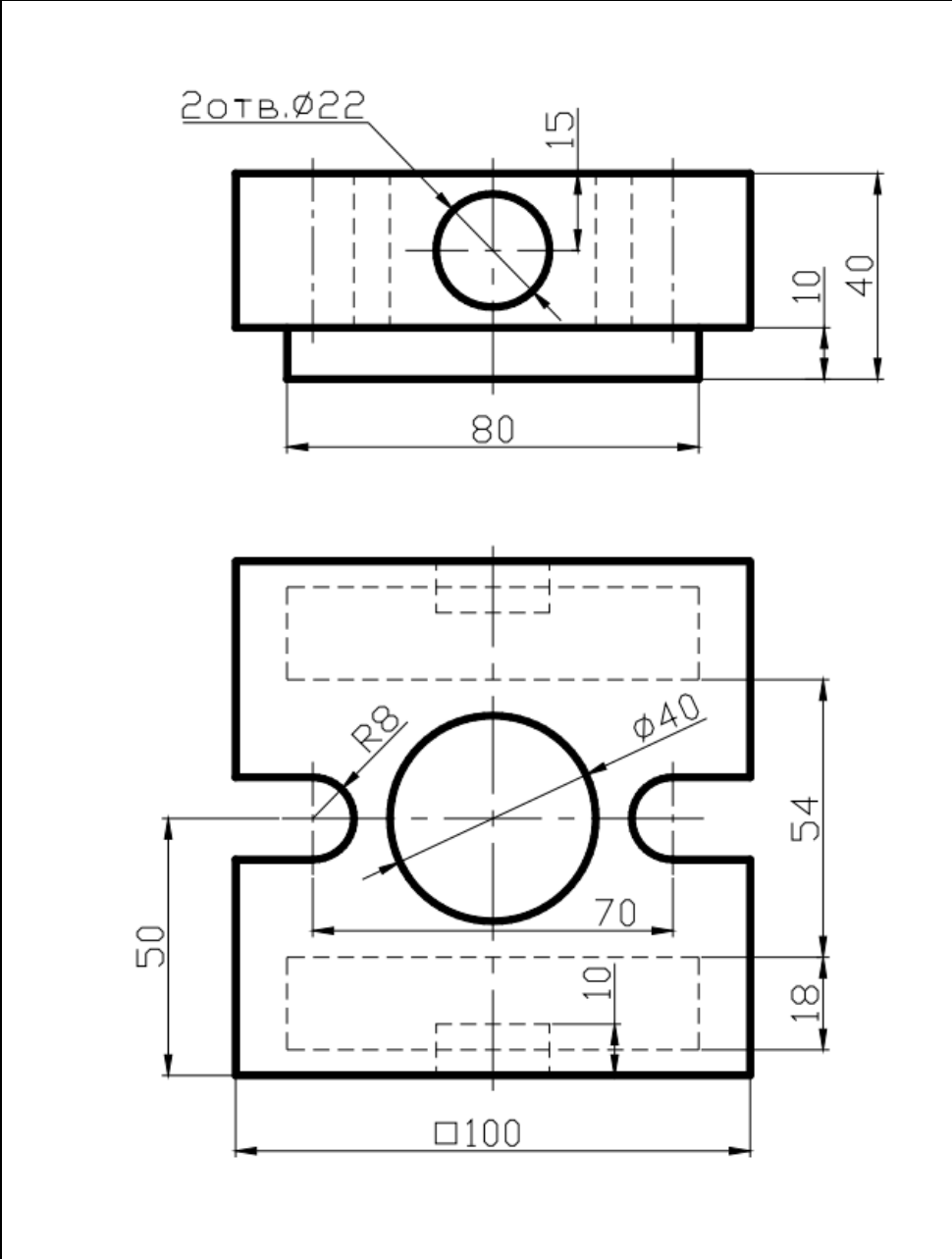


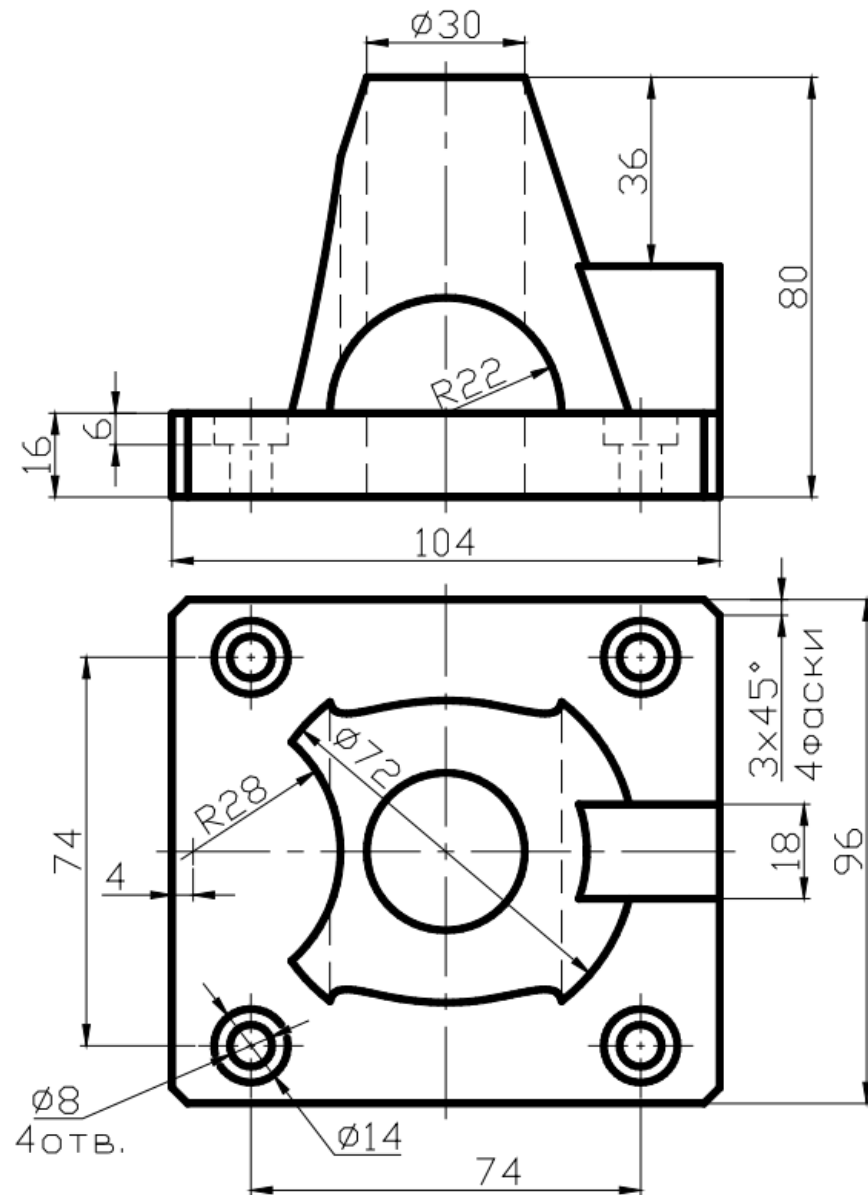
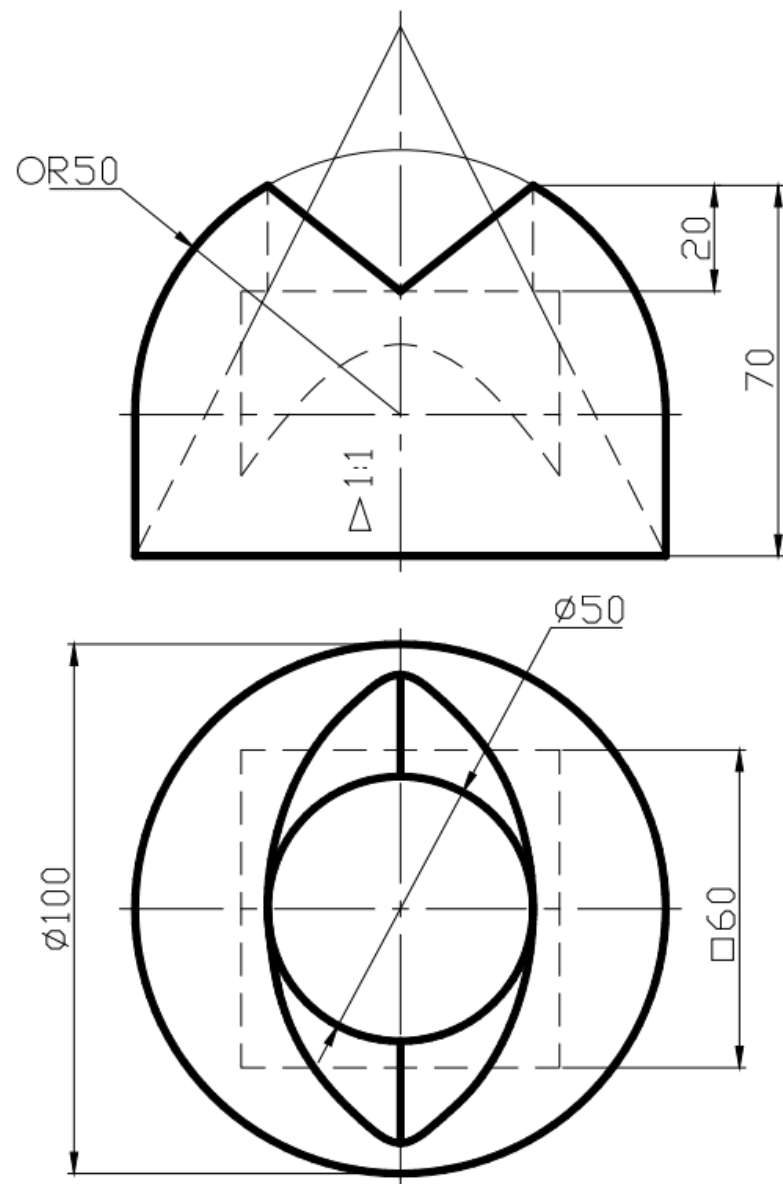
Вариант 13



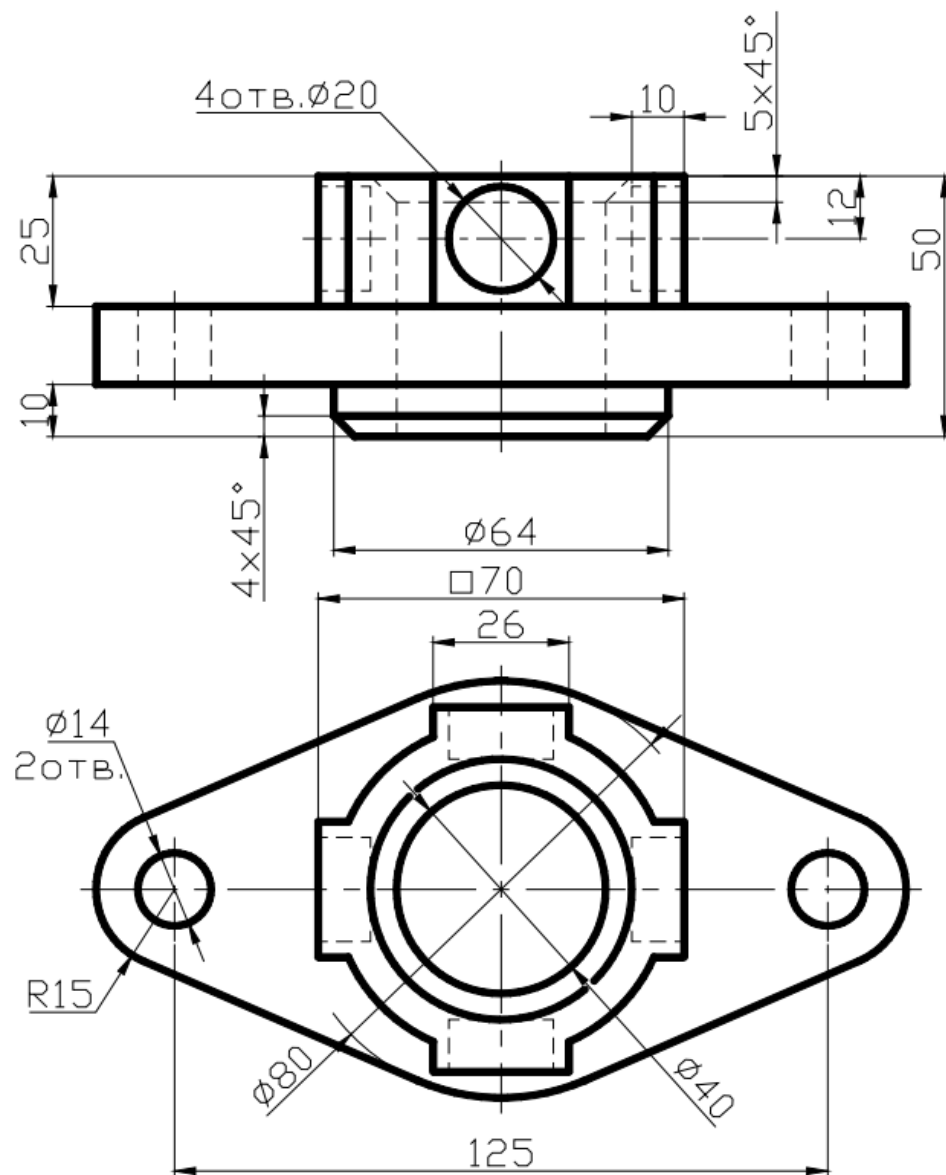
Задание 2



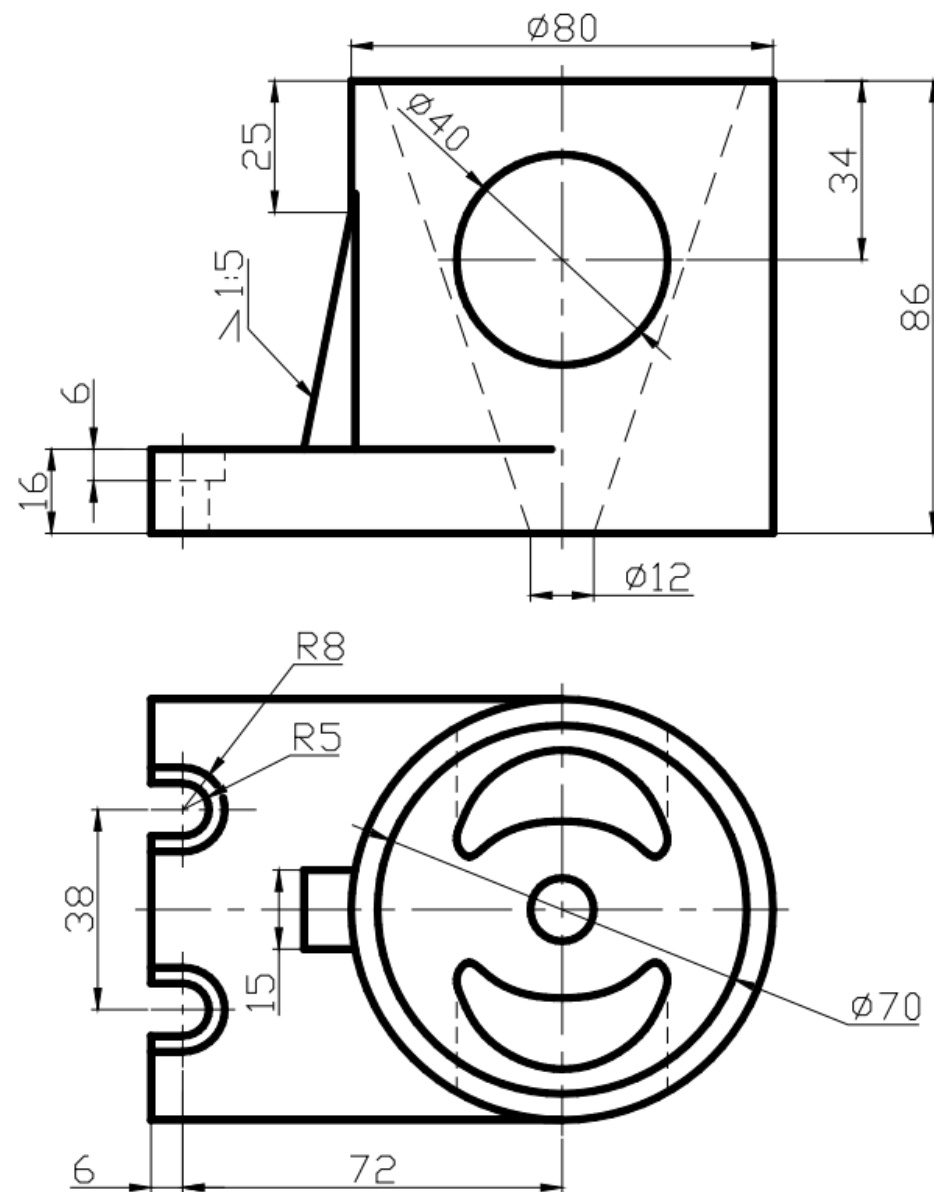


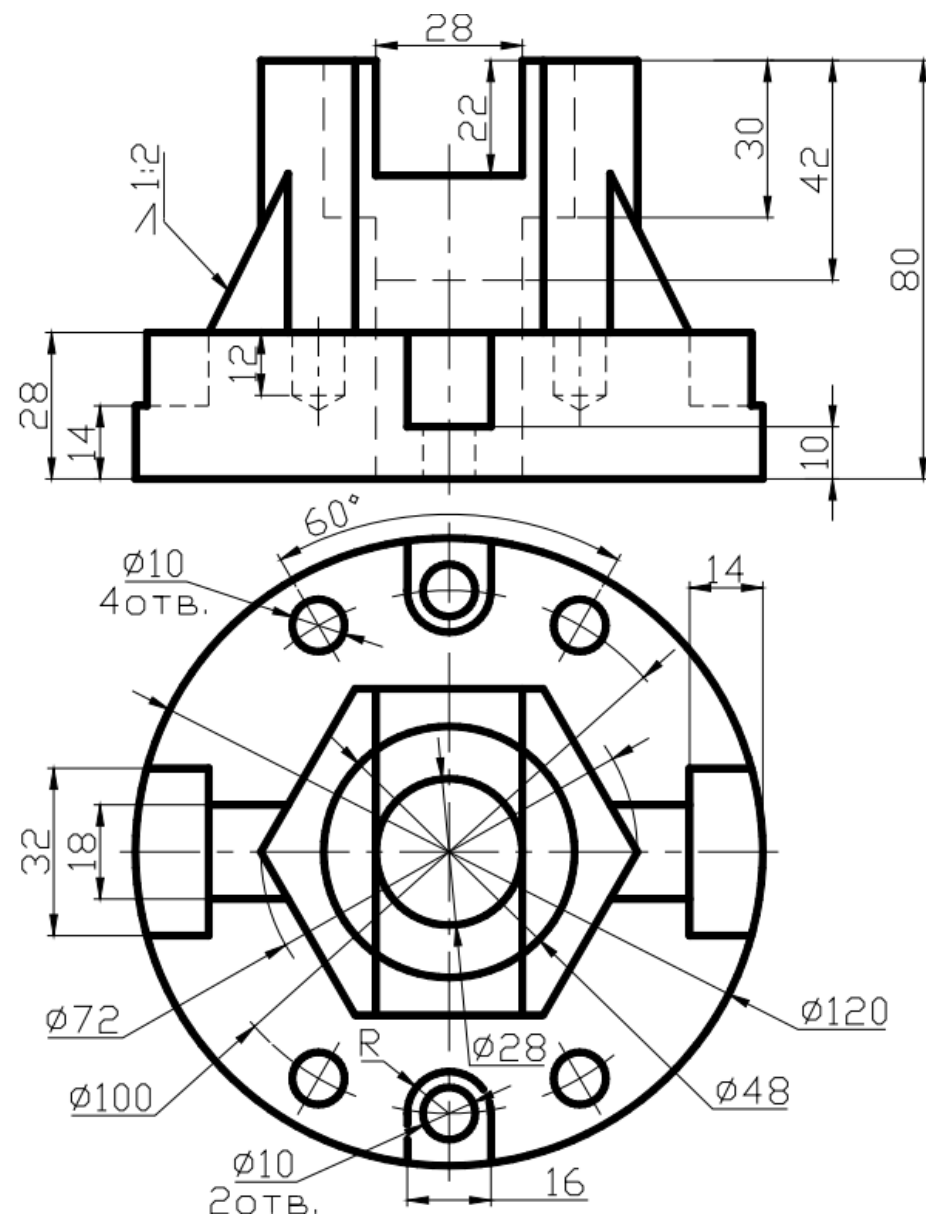
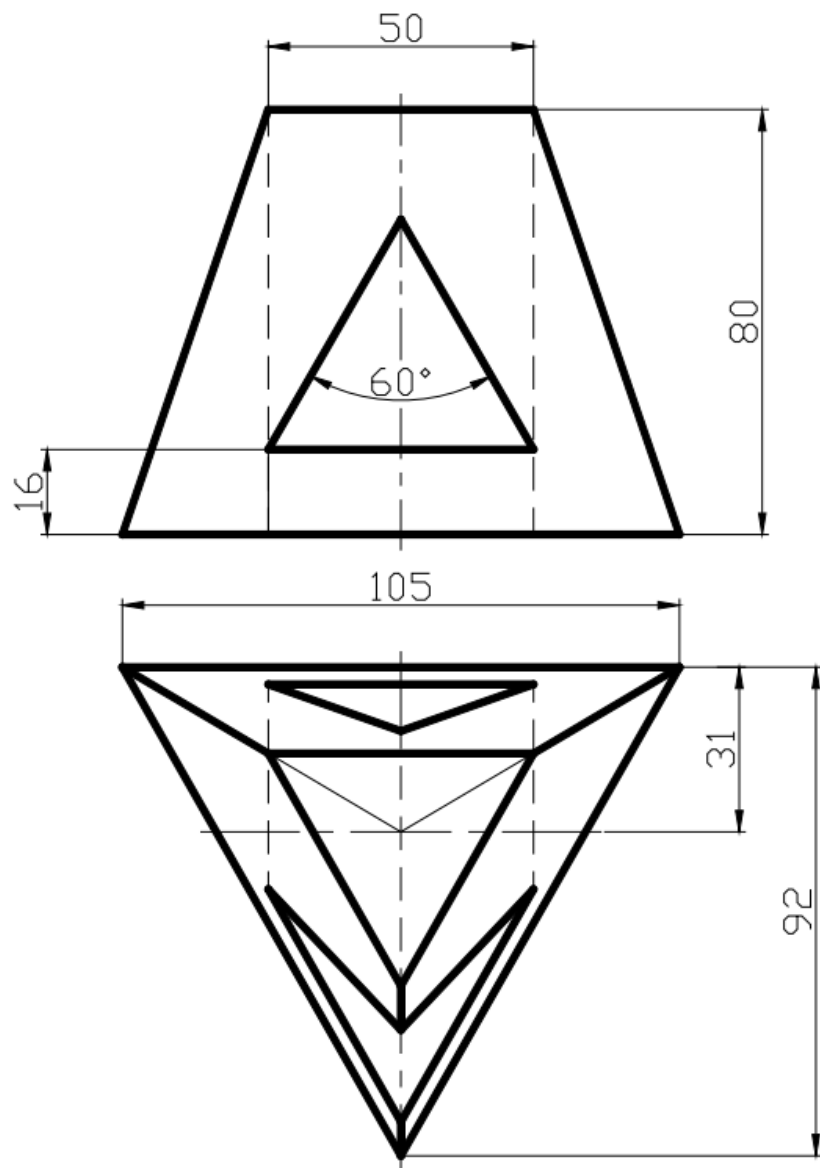


Вариант 16
Задание 1

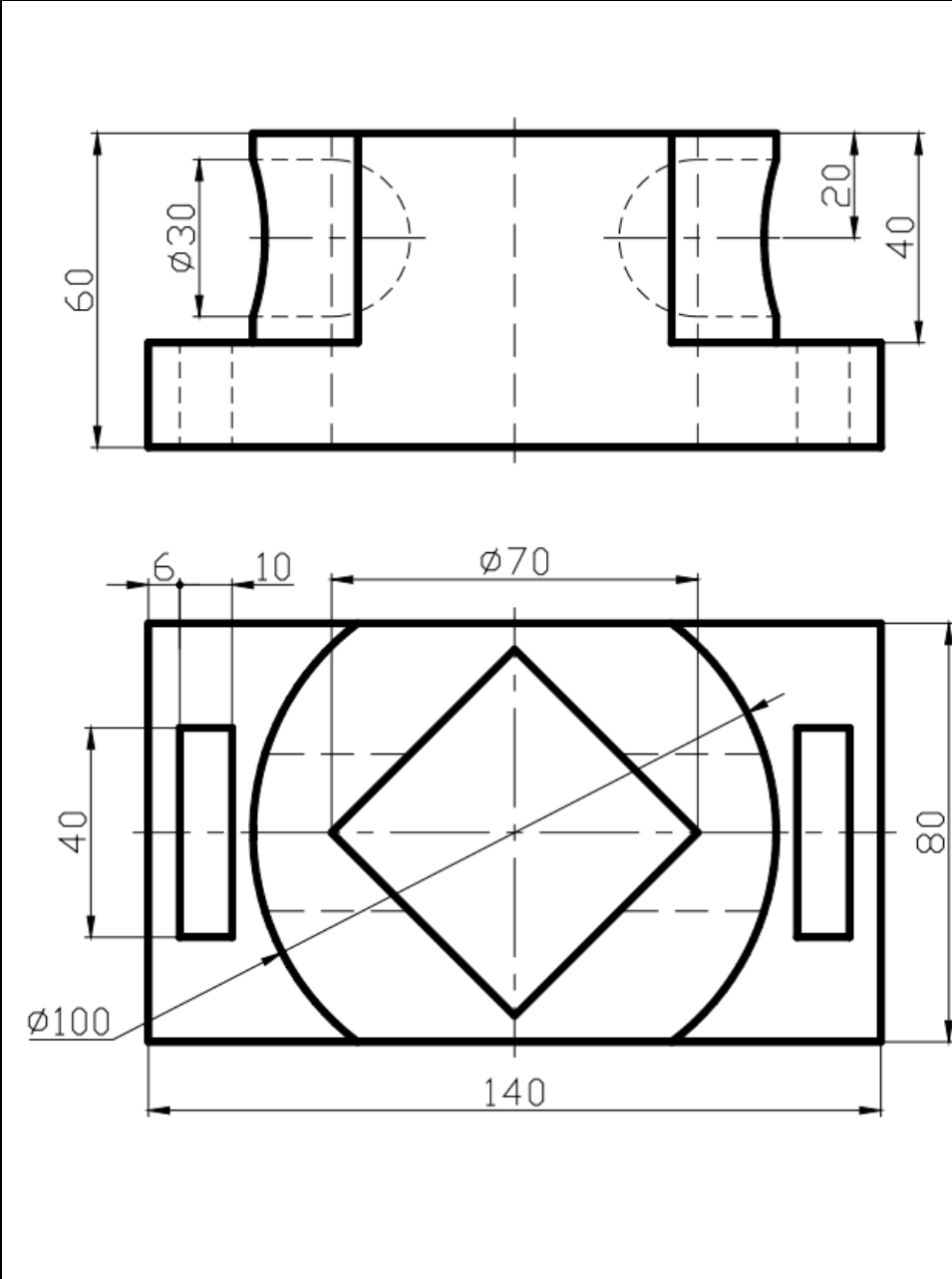


Задание 2

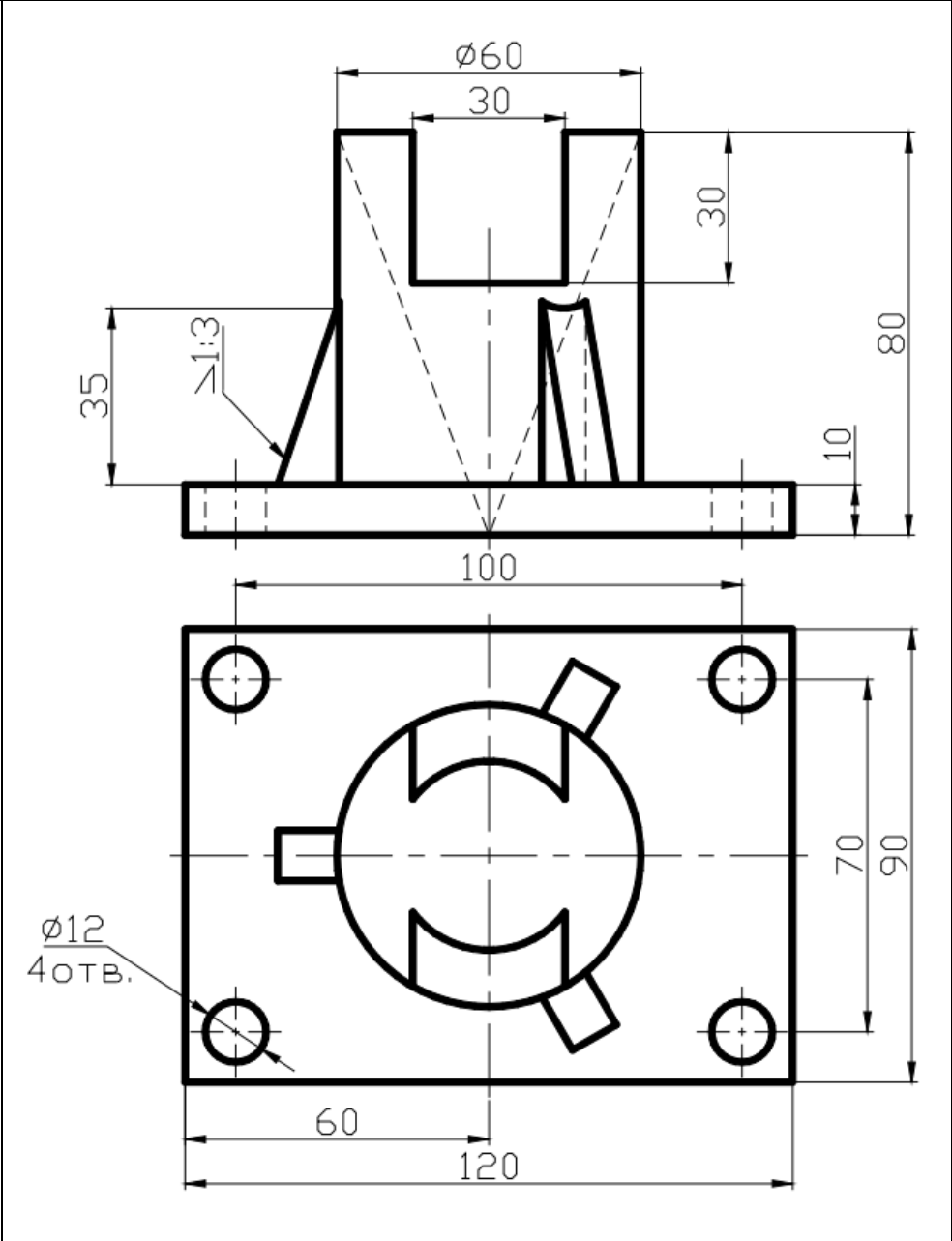




Вариант 18
Задание 1



Задание 2



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОРПУСА

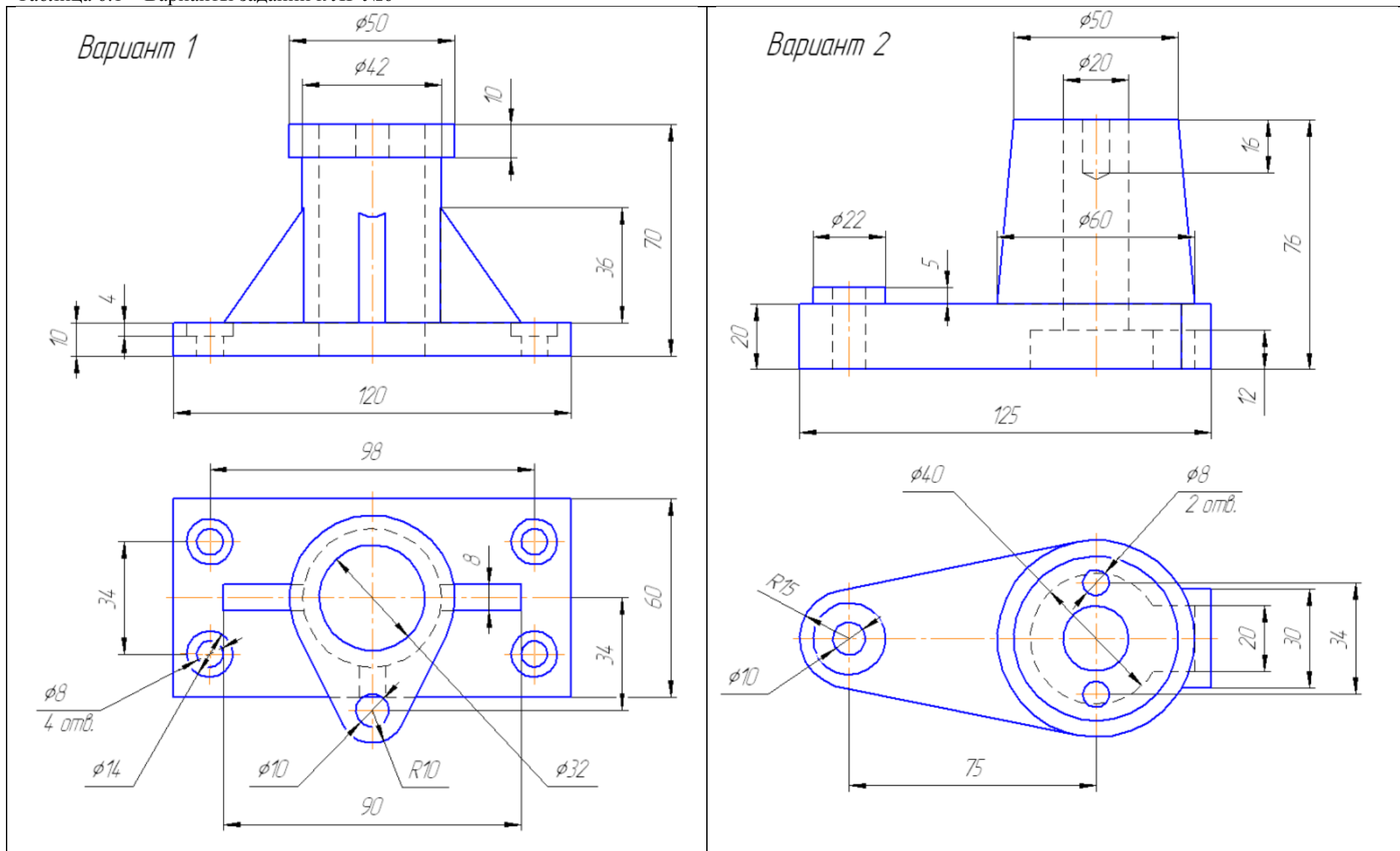
Цель: научиться создавать твердотельные модели.

Задание: Создать твердотельную модель, согласно варианта (табл. 6.1) – 2 часа.

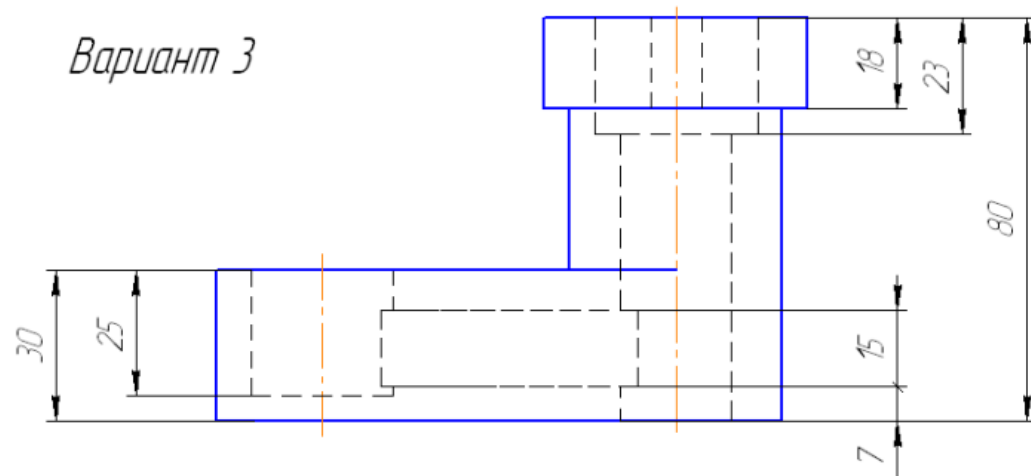
Примечание: Для получения твердотельных моделей используются команды выдавливание, вращение, лофт, ребро жесткости и отверстие с использованием логических команд.

Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения (рис. с комментариями) и готовая твердотельная модель, вывод.

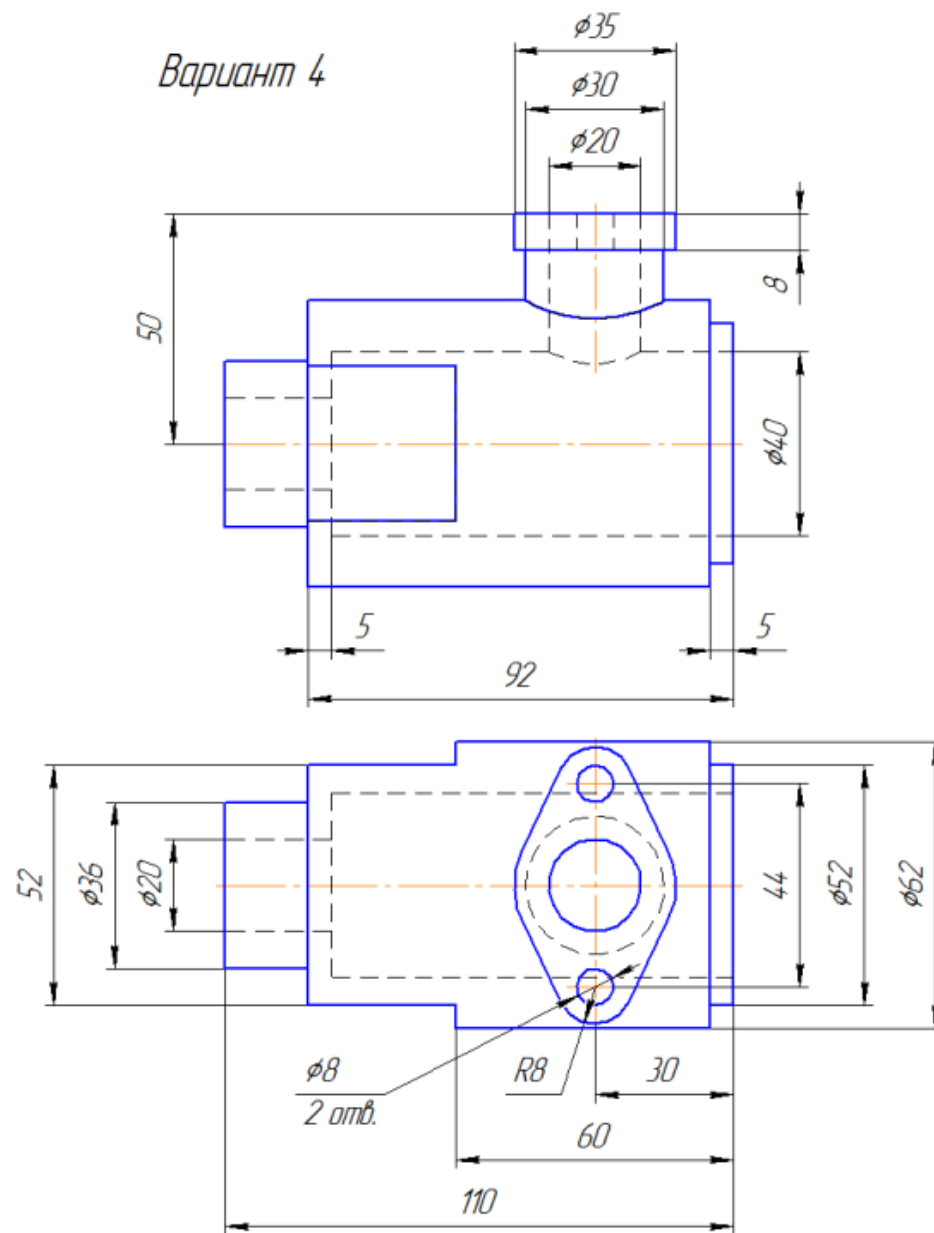
Таблица 6.1 – Варианты заданий к ЛР №6



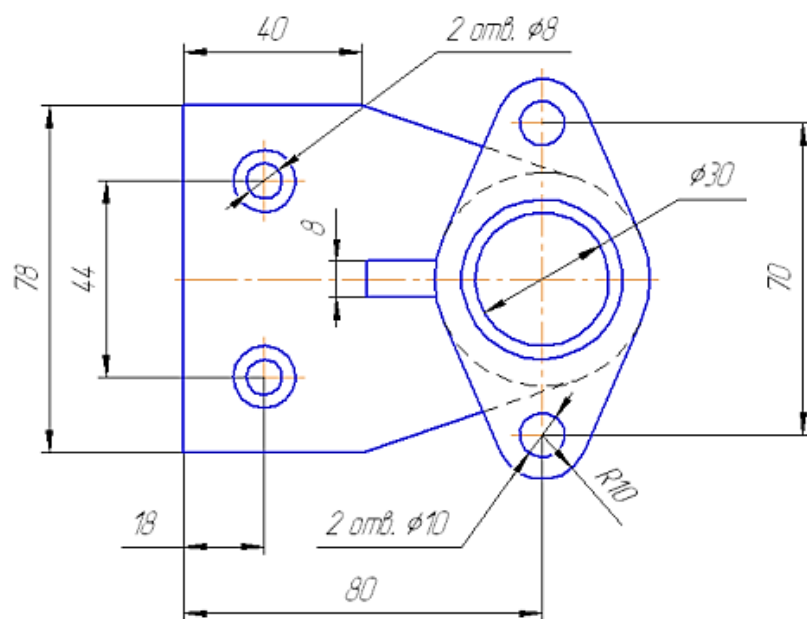
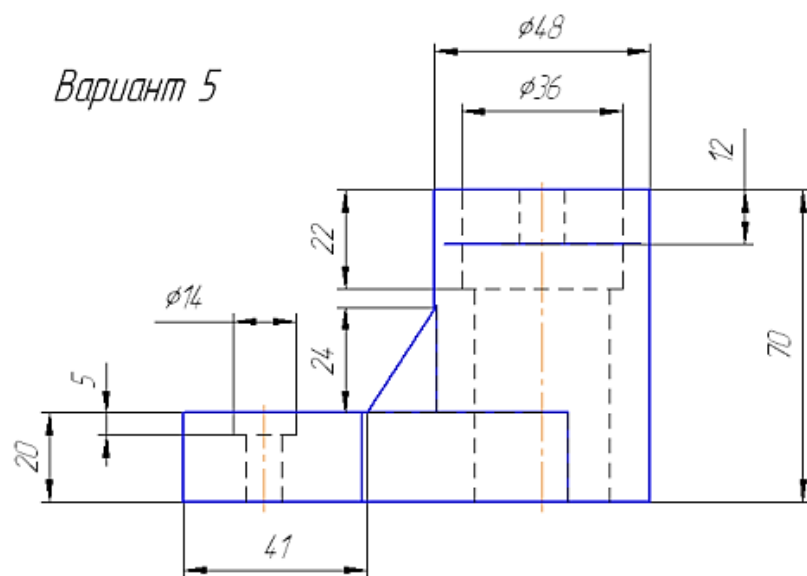
Вариант 3



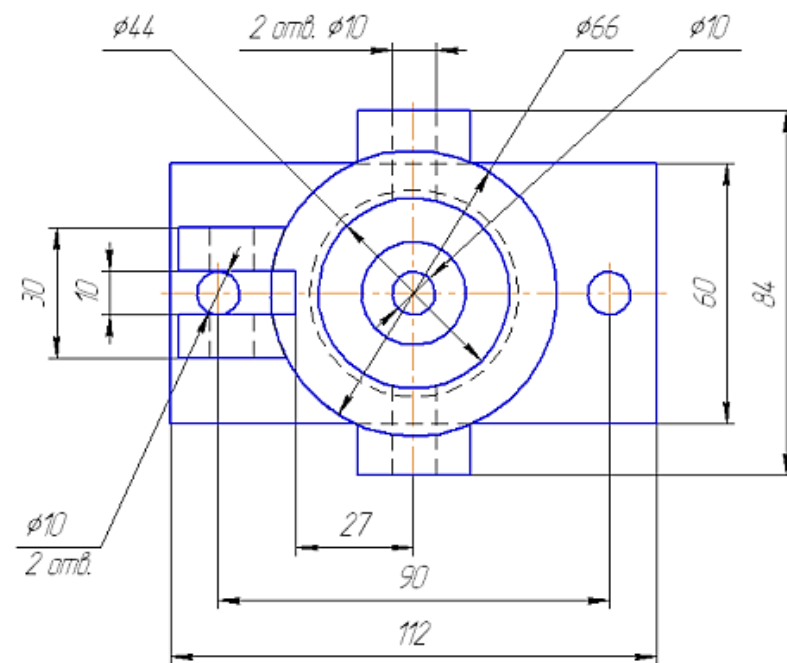
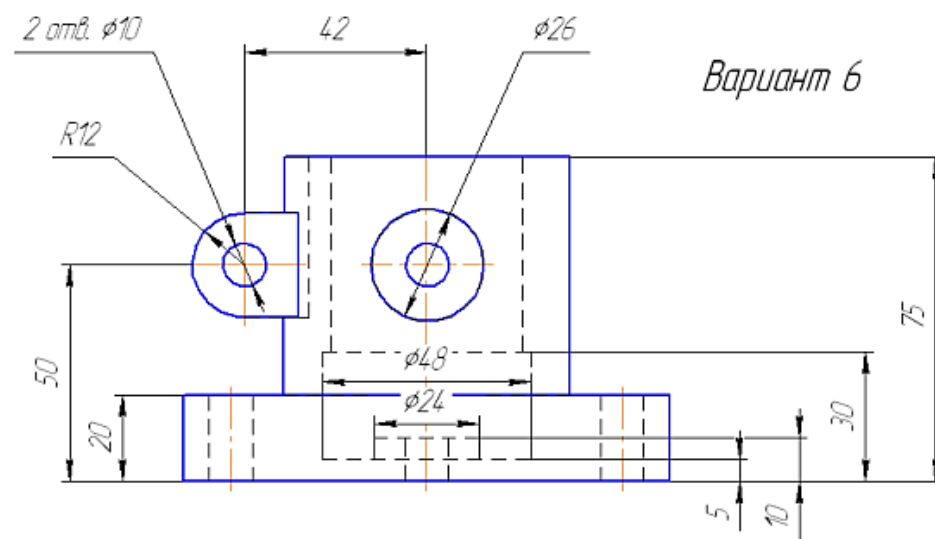
Вариант 4



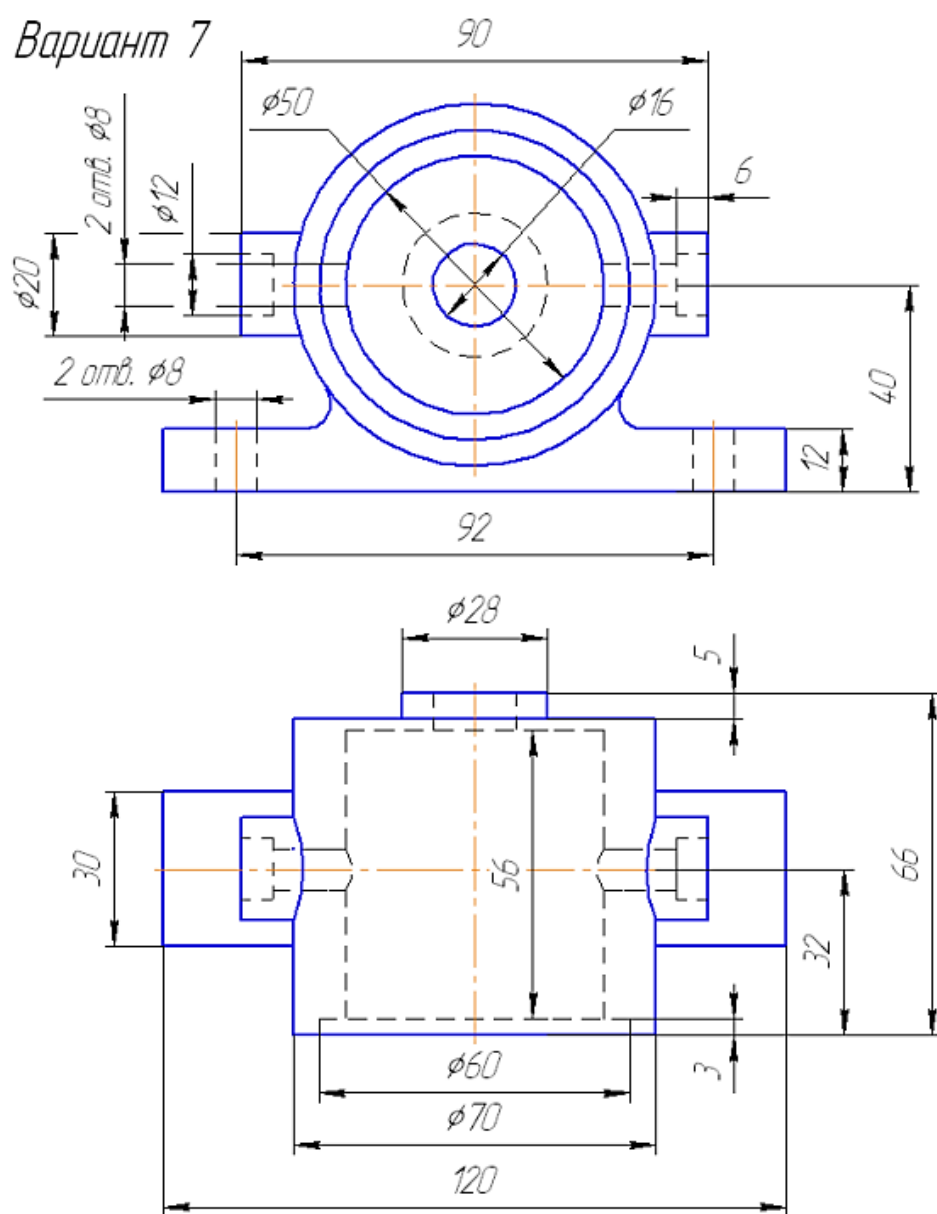
Вариант 5



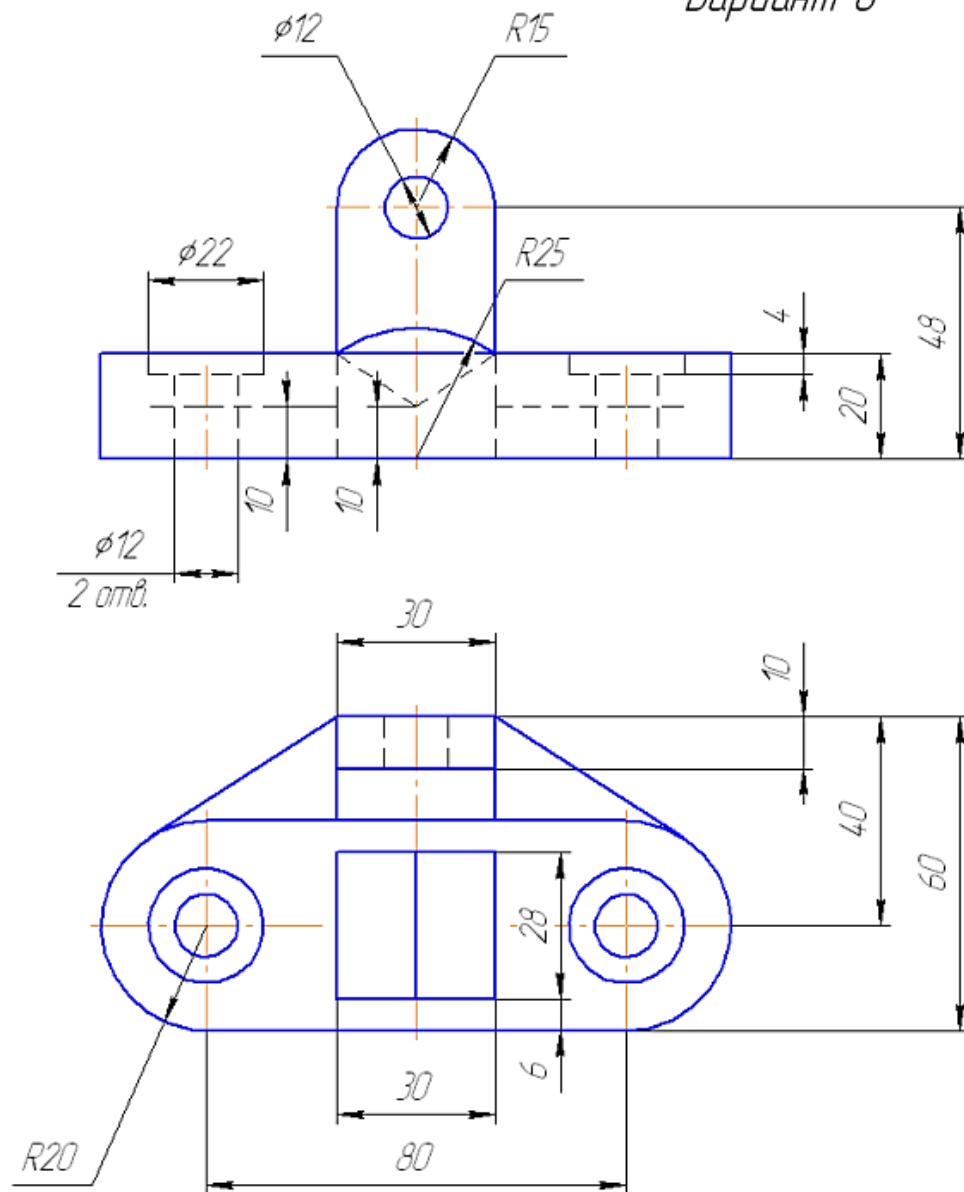
Вариант 6

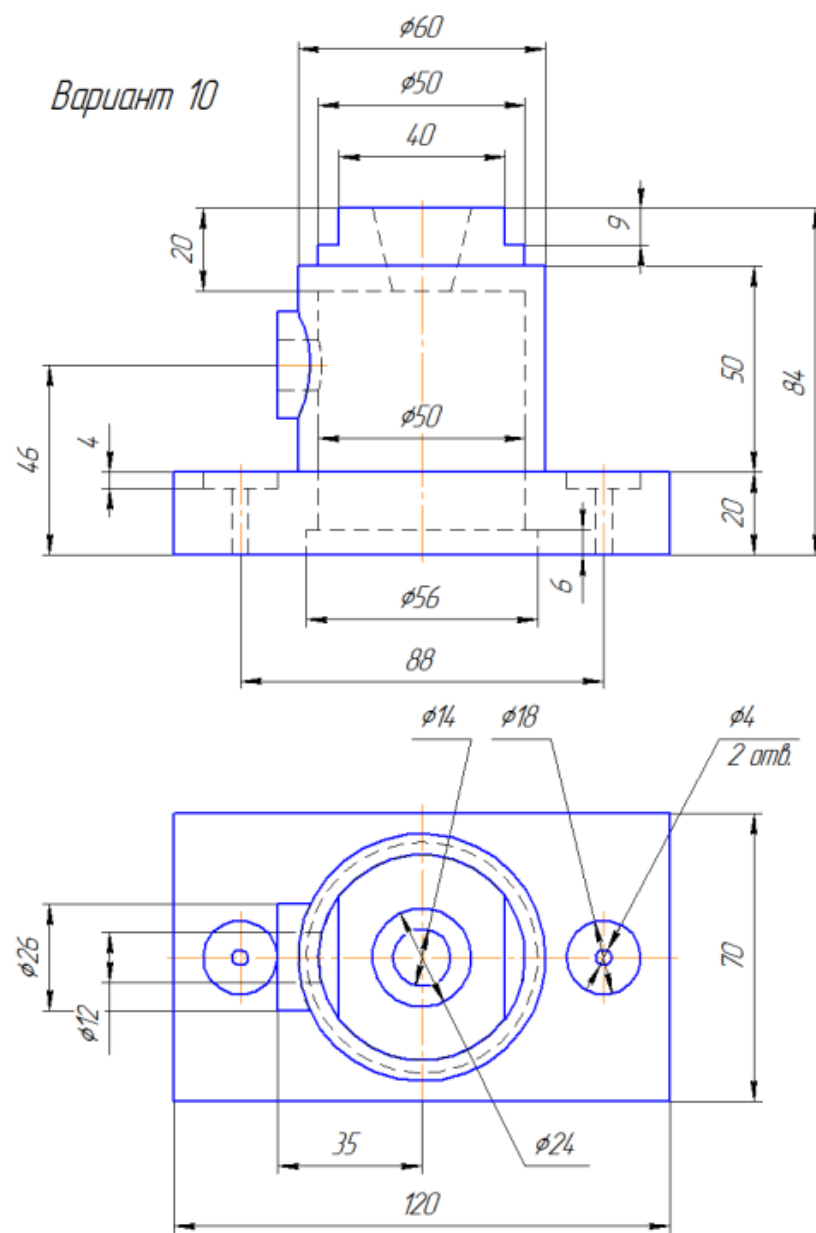
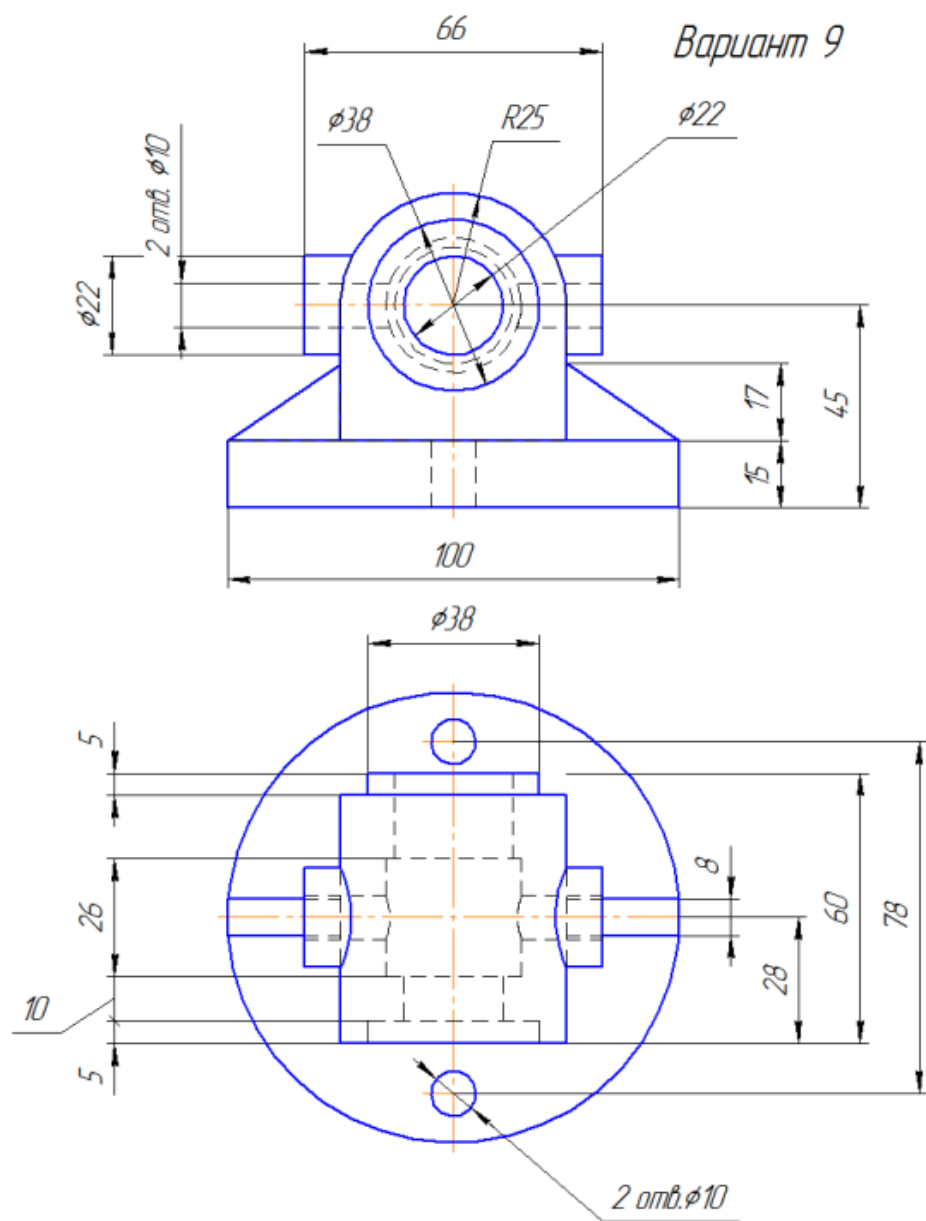


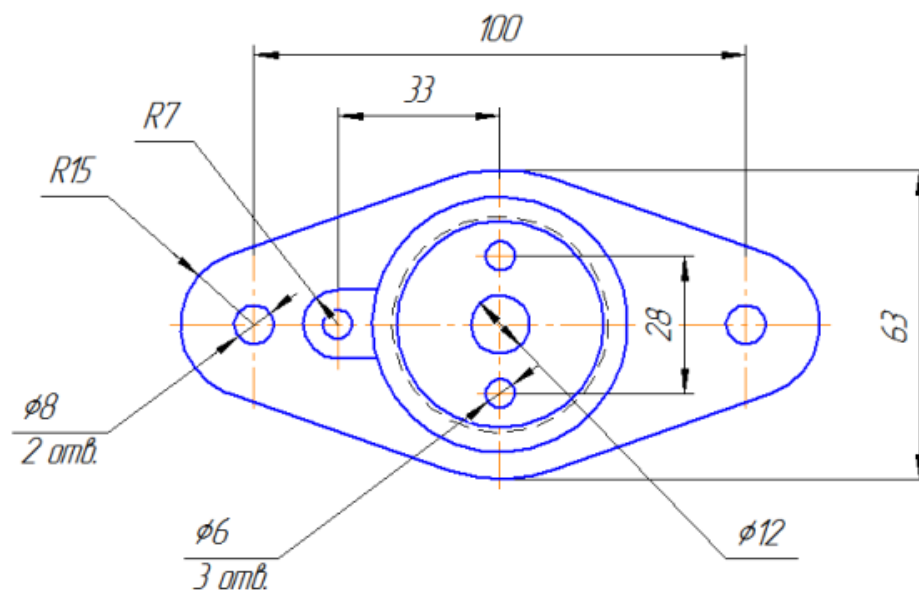
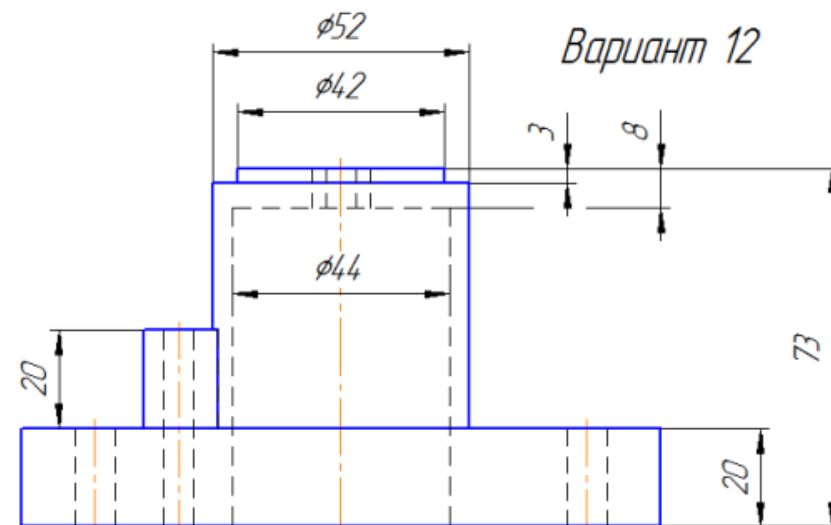
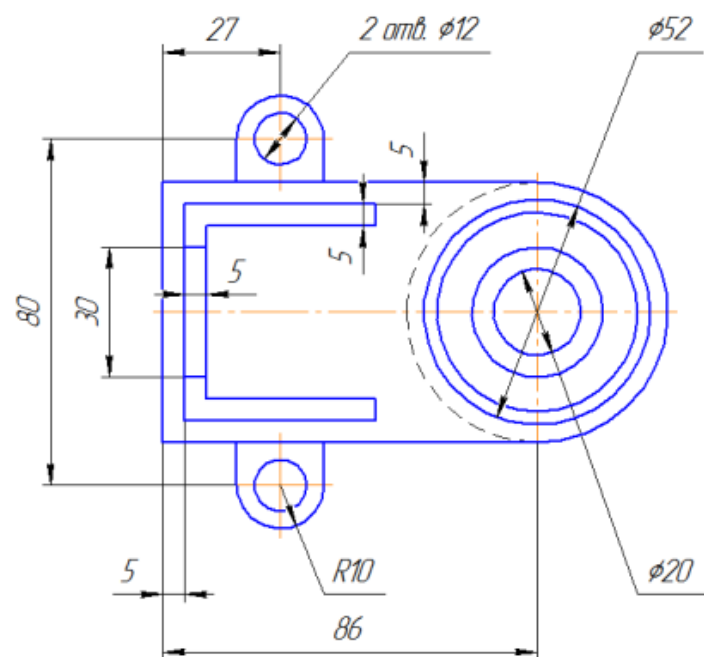
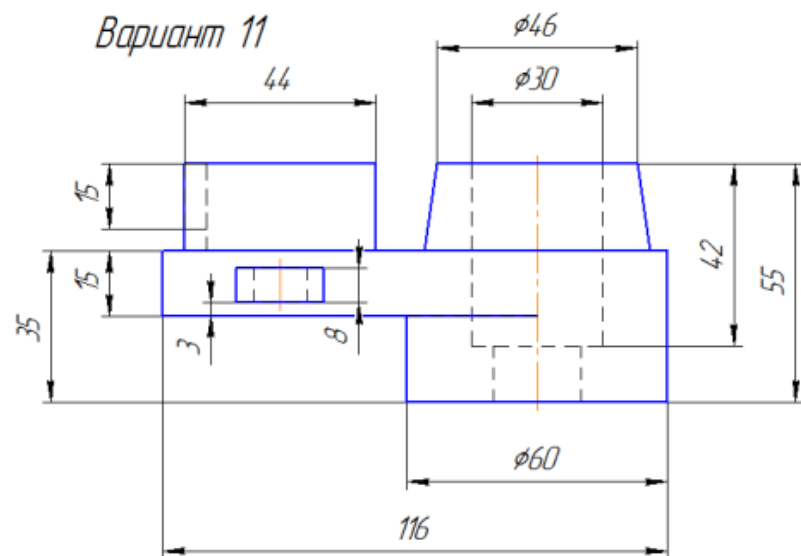
Вариант 7



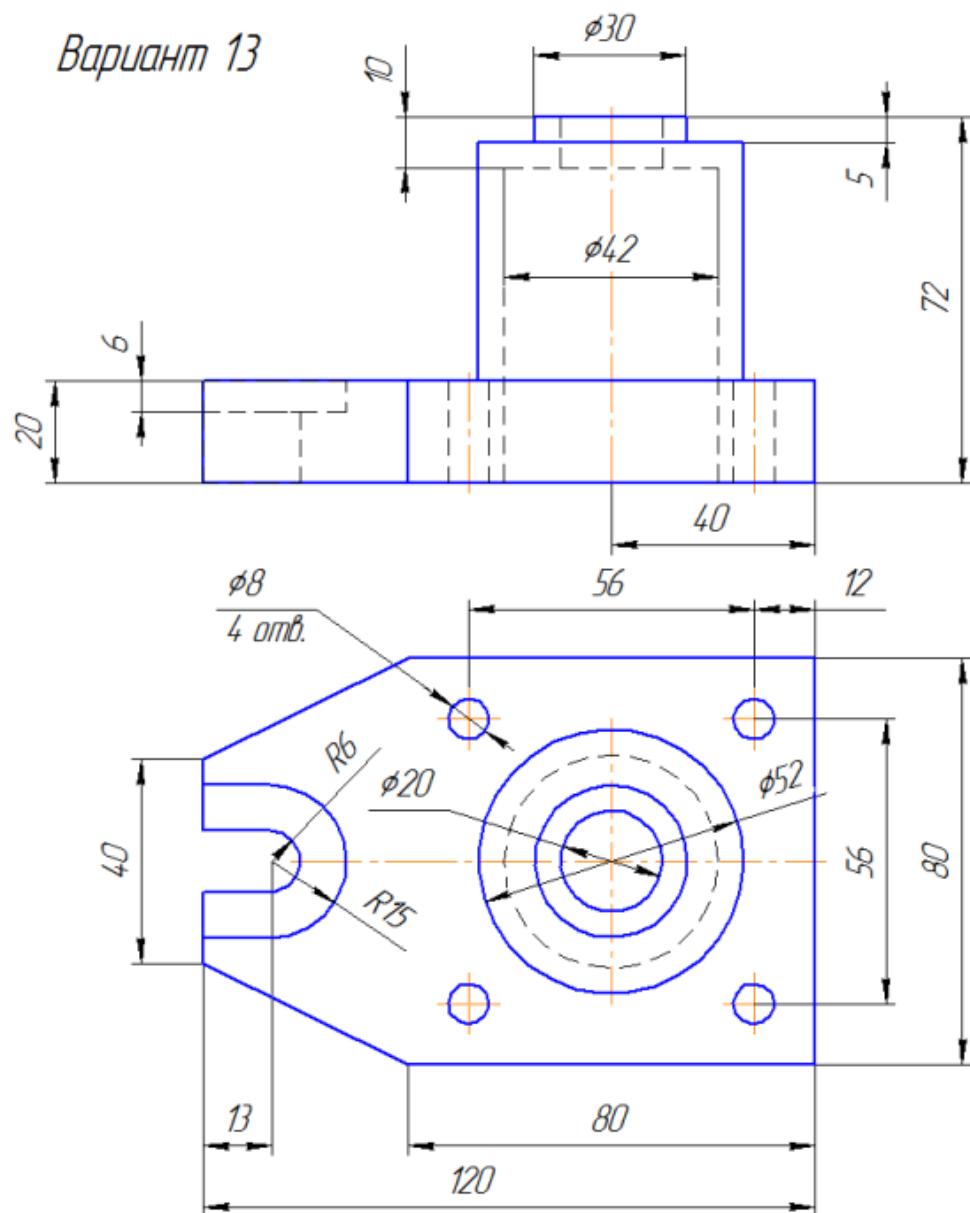
Вариант 8



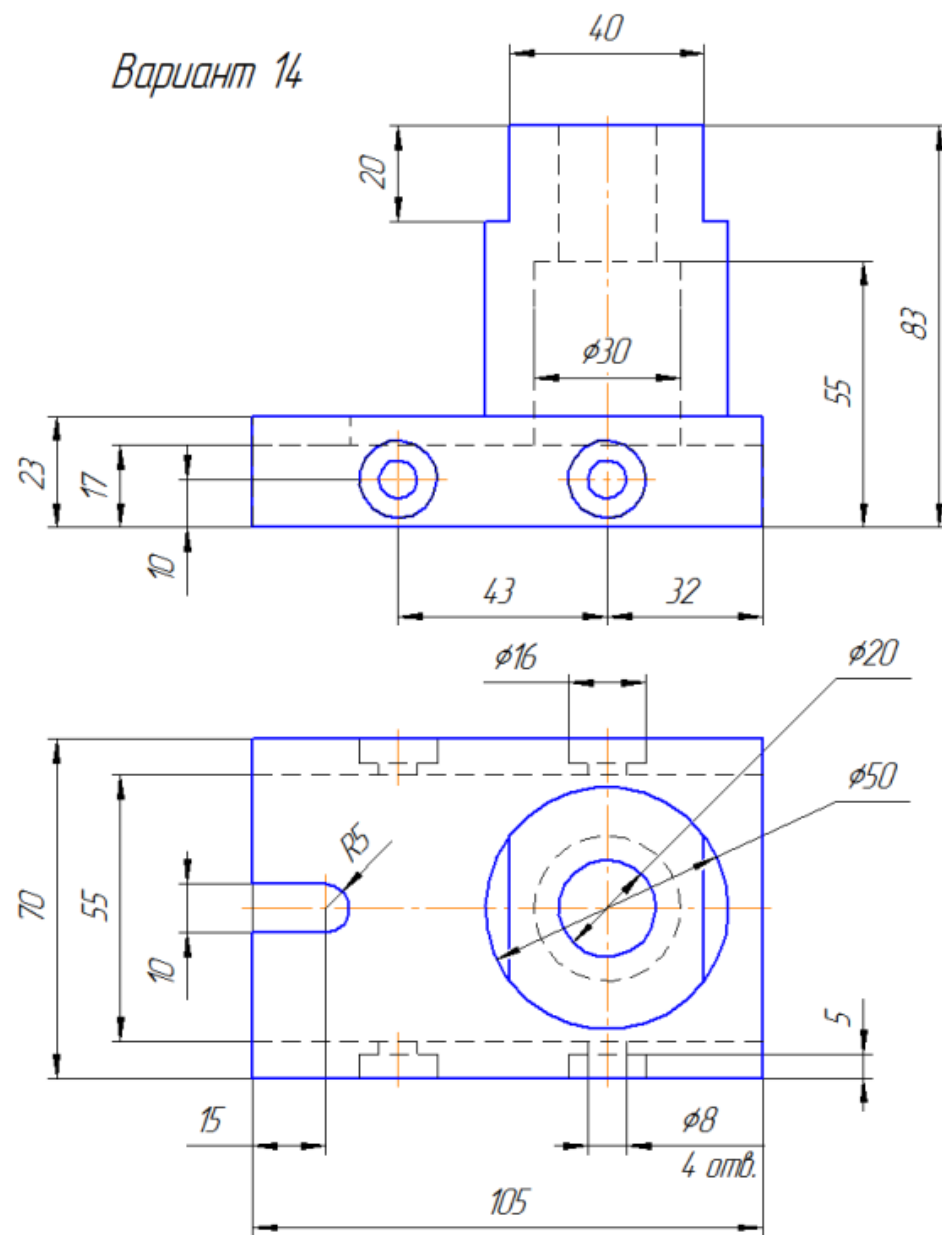




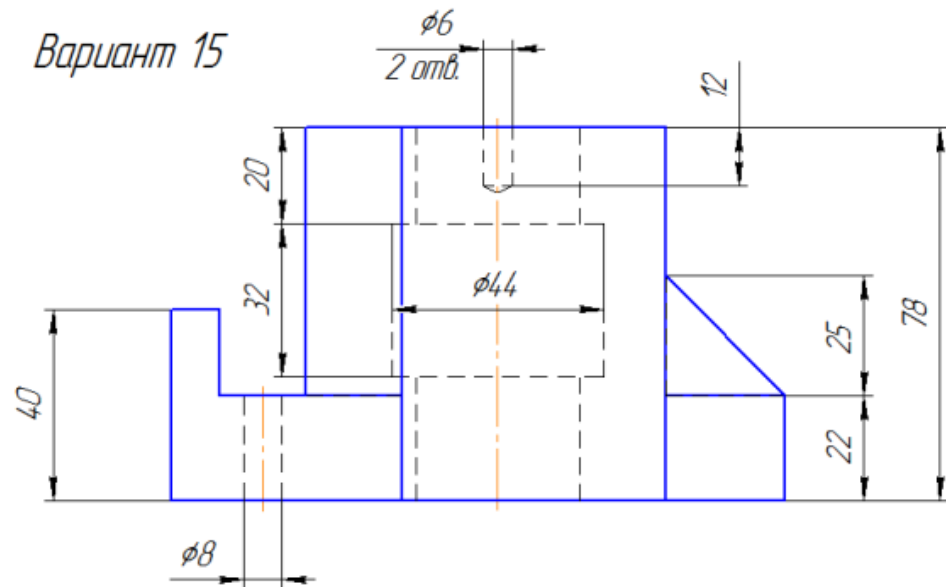
Вариант 13



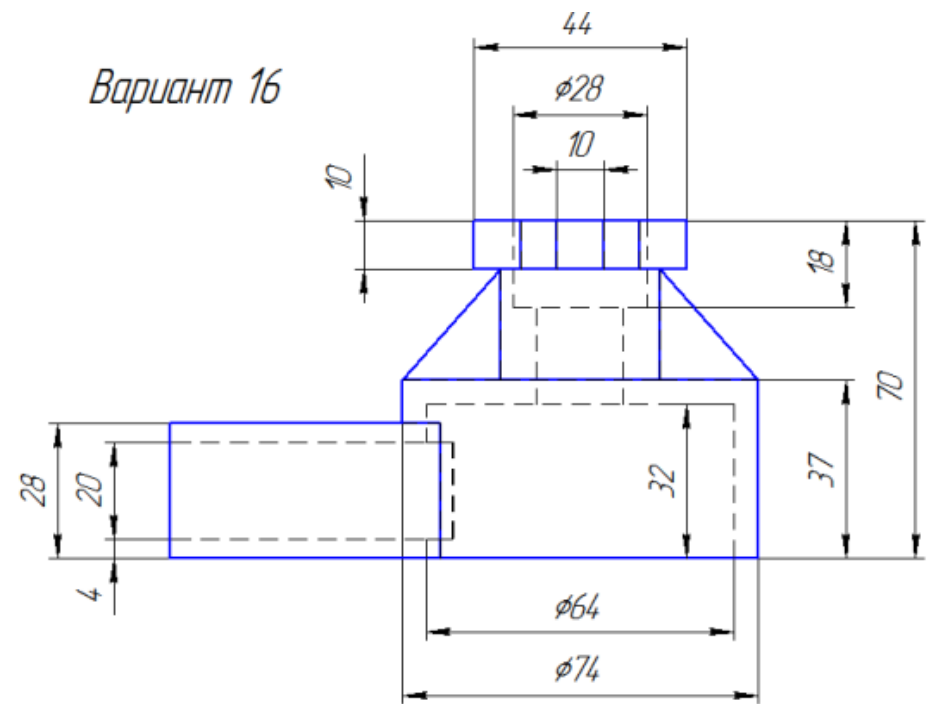
Вариант 14



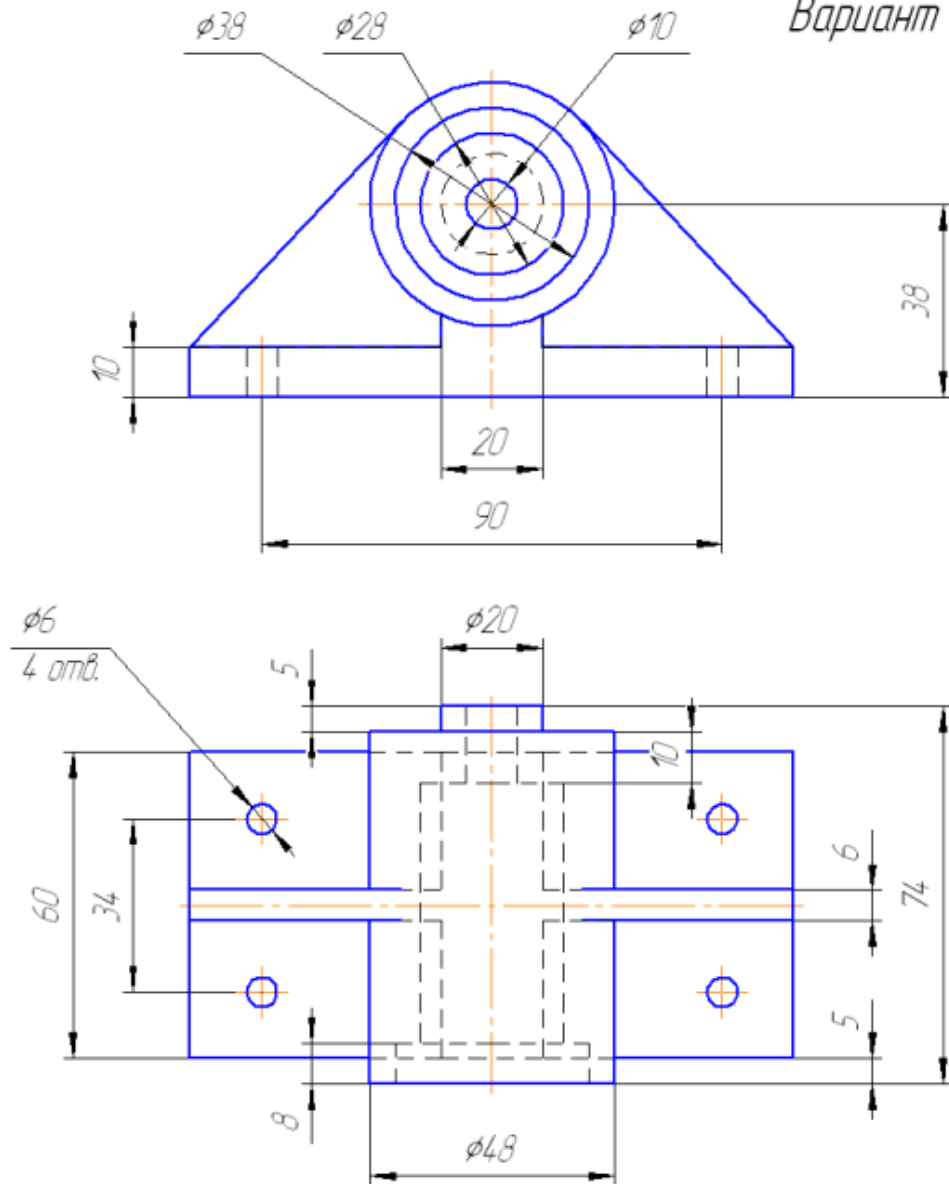
Вариант 15



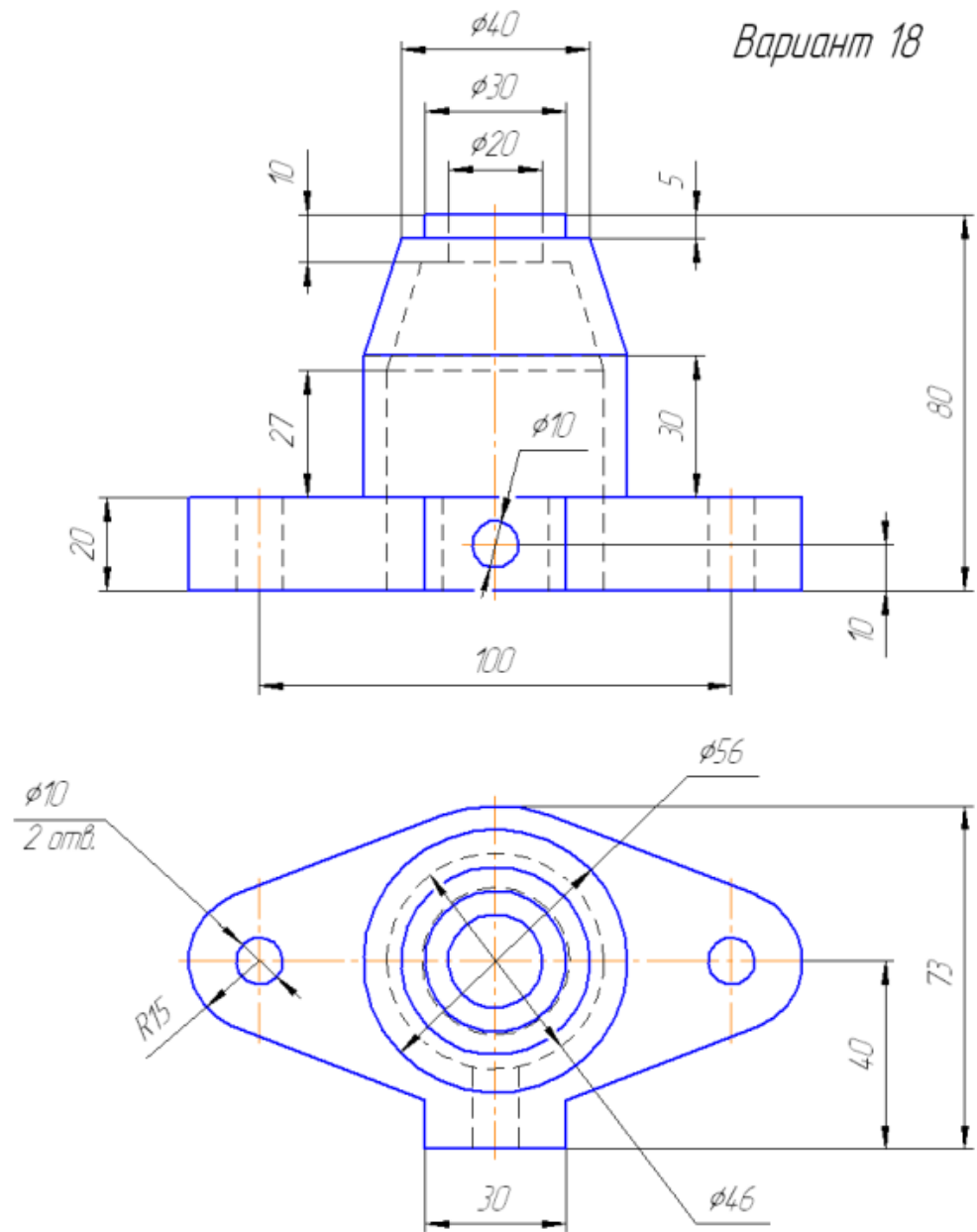
Вариант 16



Вариант 17



Вариант 18



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

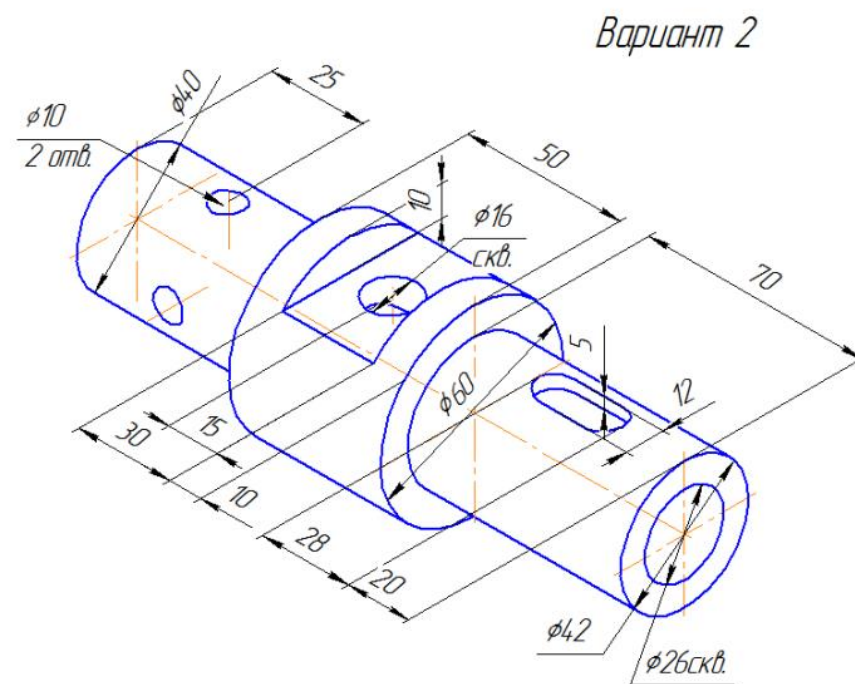
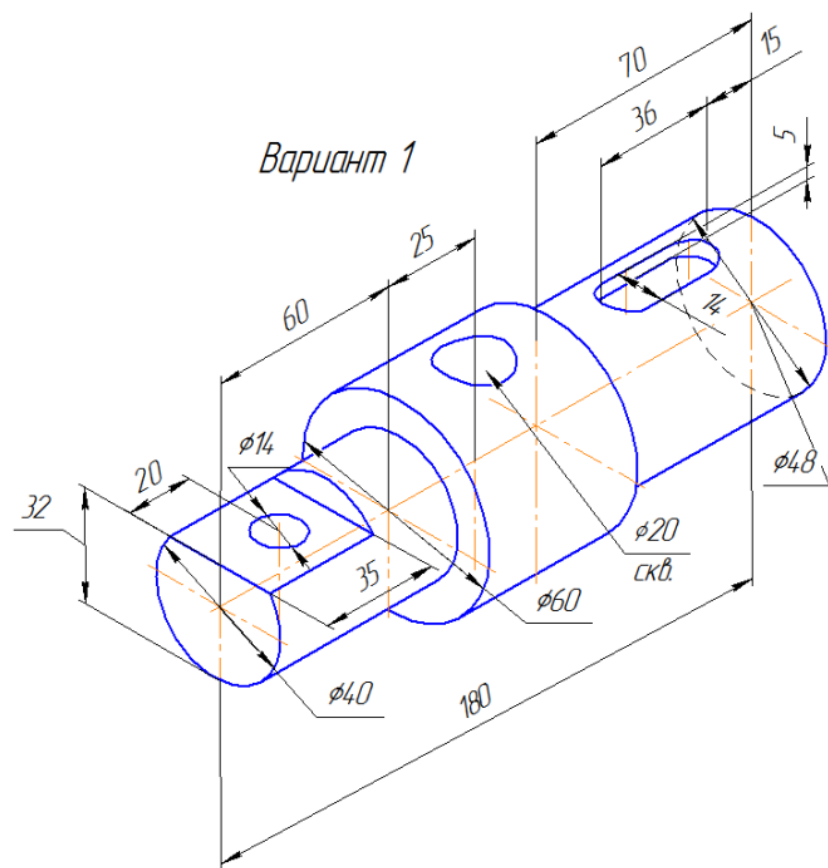
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВАЛА

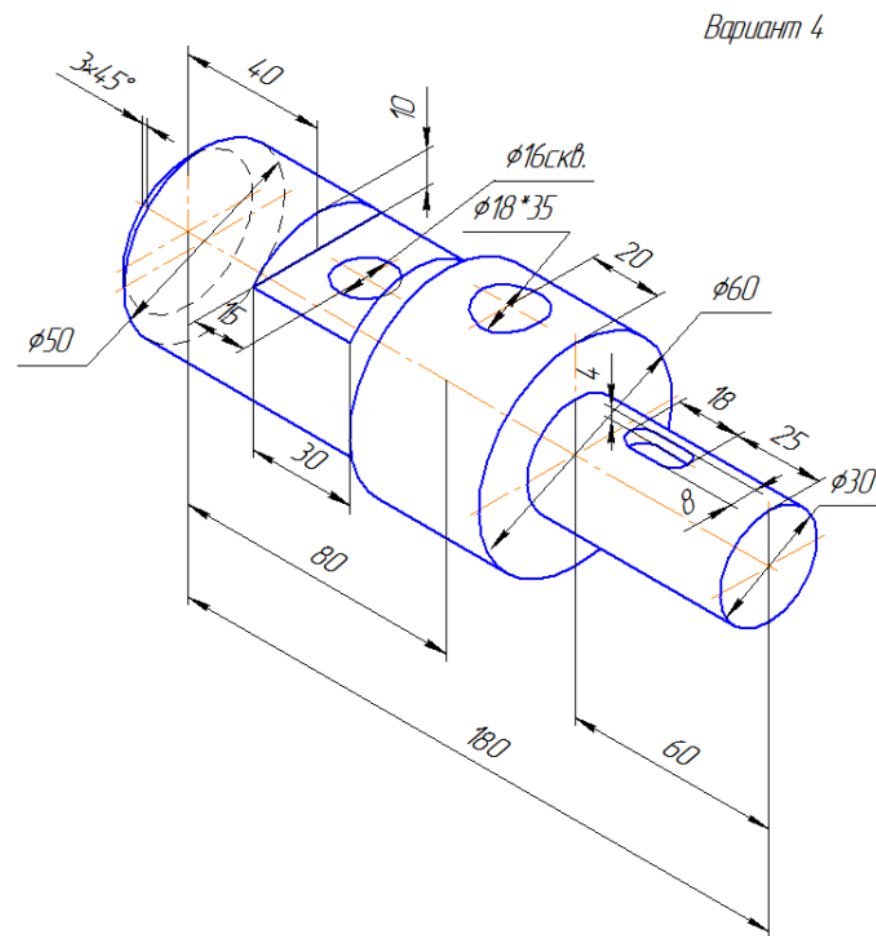
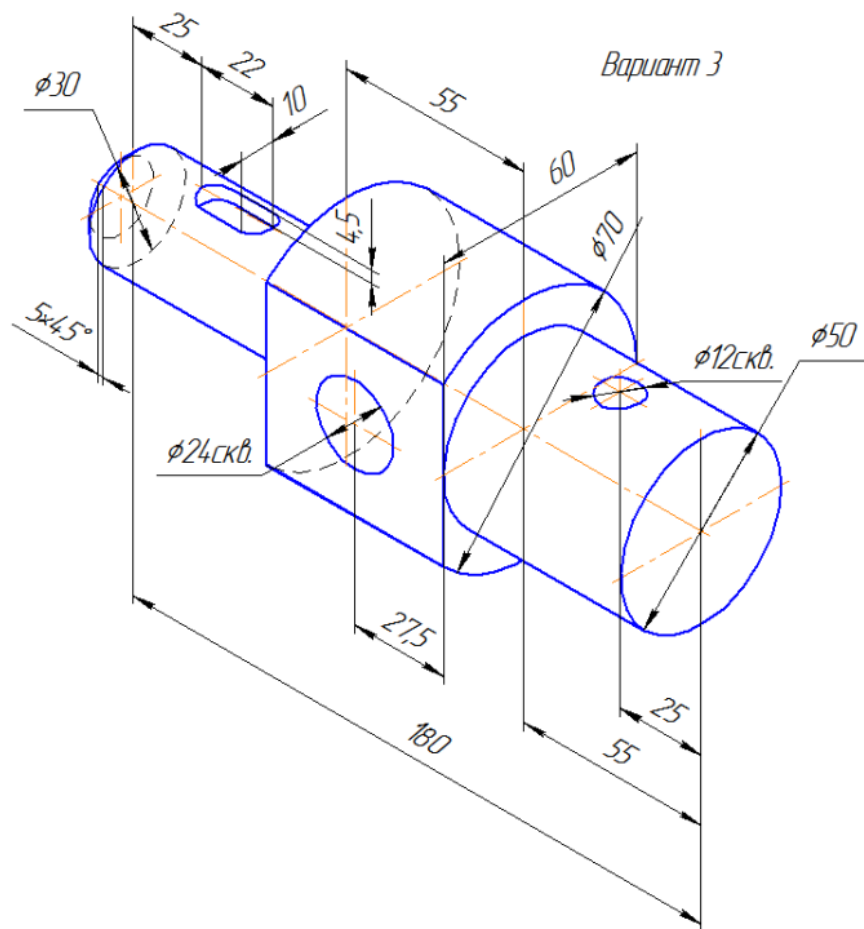
Цель: научиться работать с рабочими плоскостями, закрепить умение работы с командами выдавливание, вращение, фаска, сопряжение, отверстие.

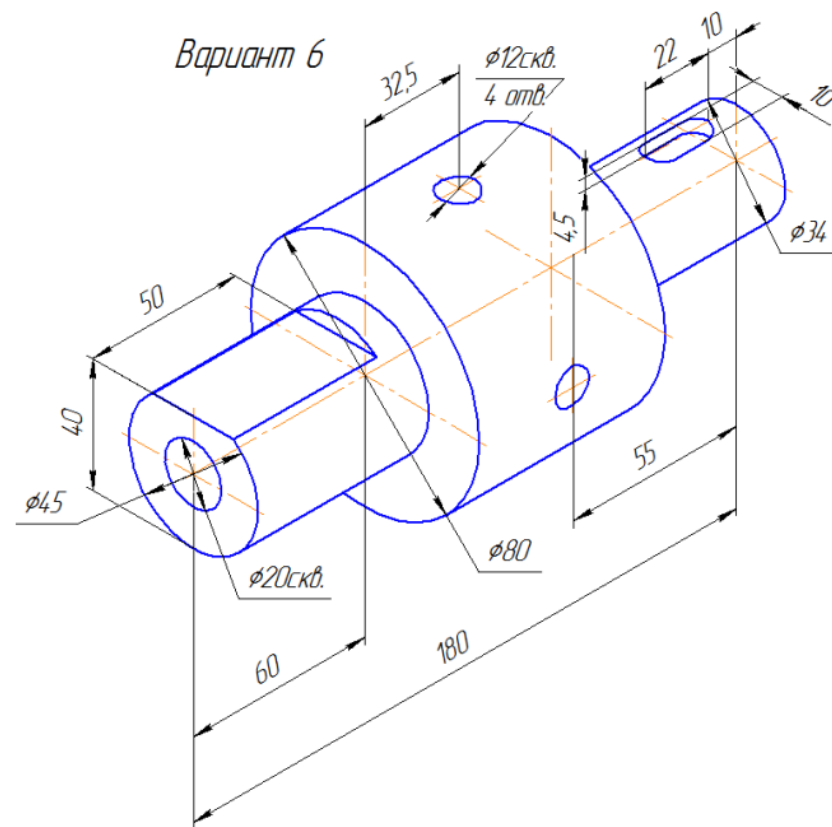
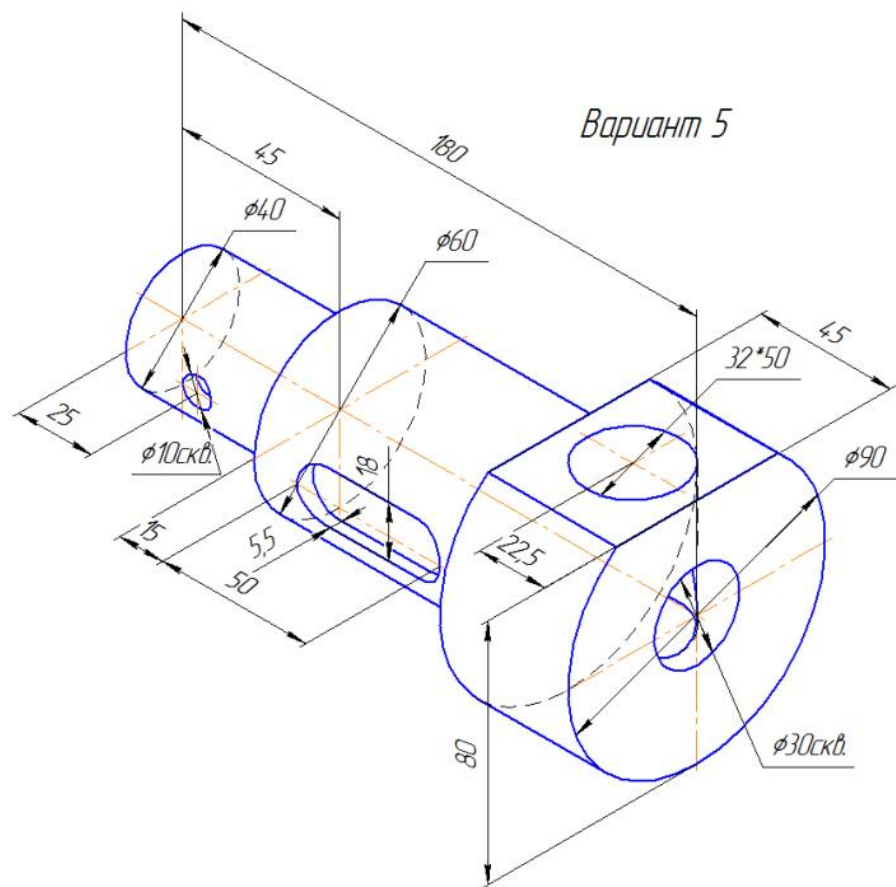
Задание: Создать твердотельную модель вала согласно заданного варианта (табл. 7.1).

Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения модели вала (рис. с комментариями), готовую модель вала, выводы.

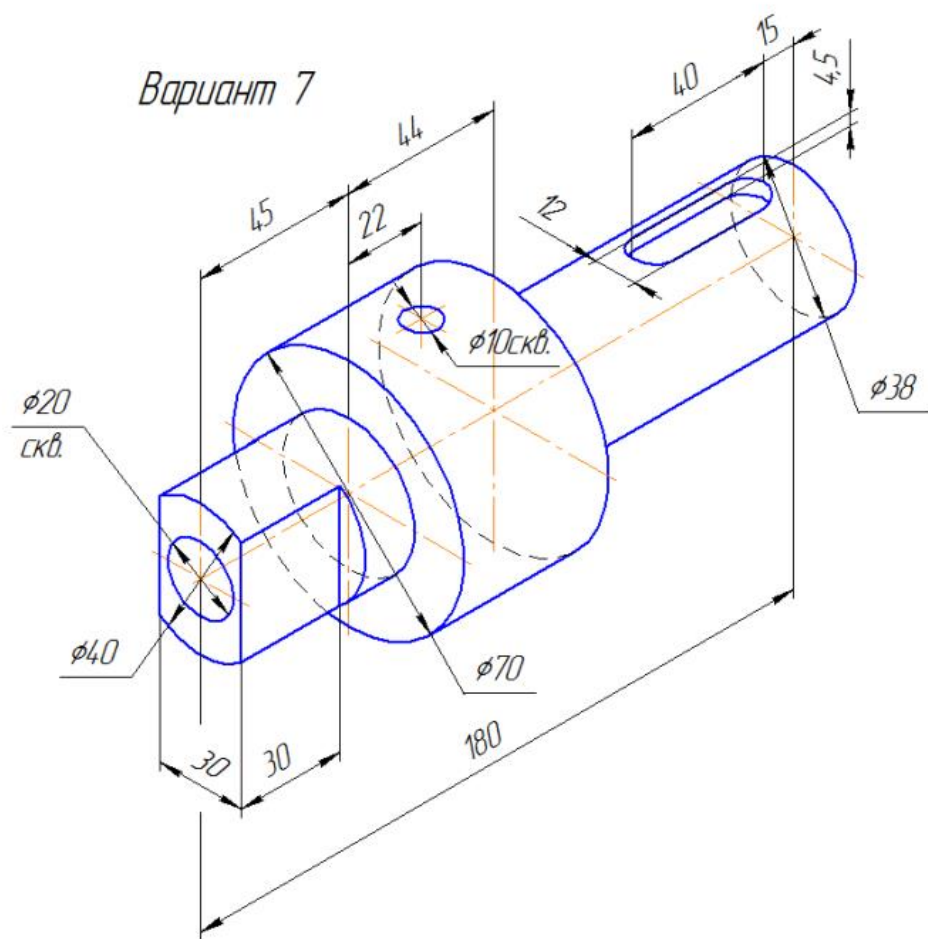
Таблица 7.1 – Варианты заданий к ЛР №7



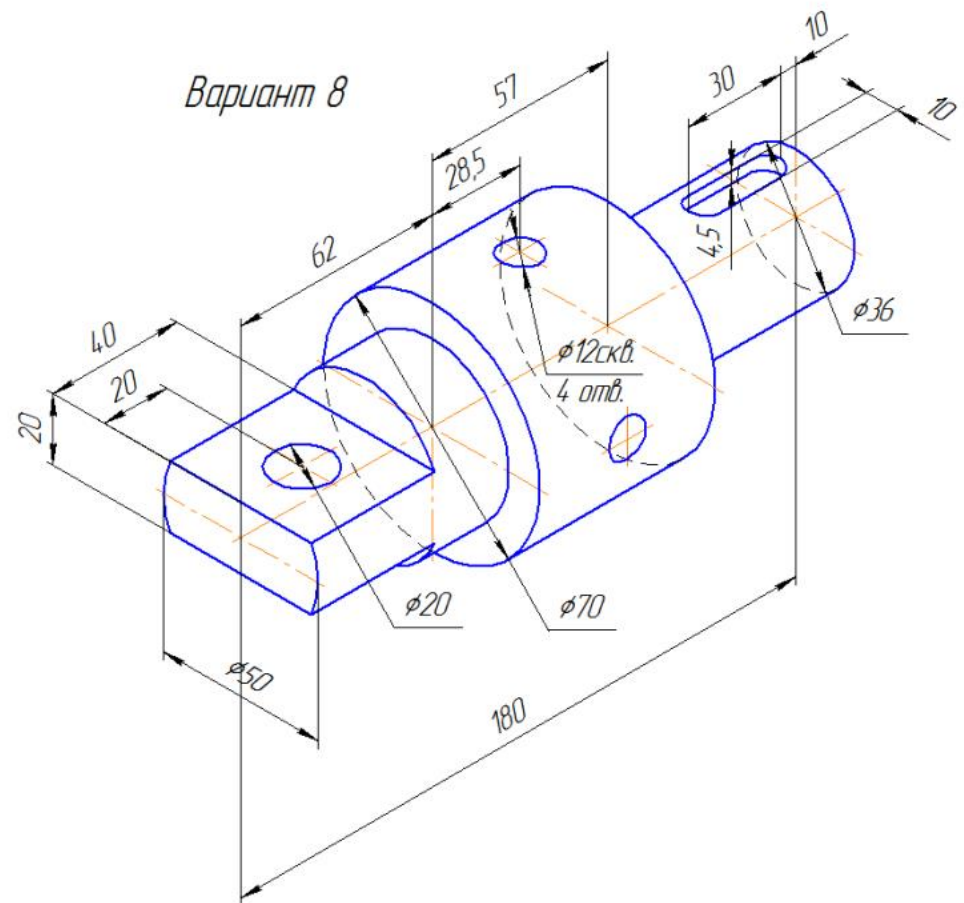


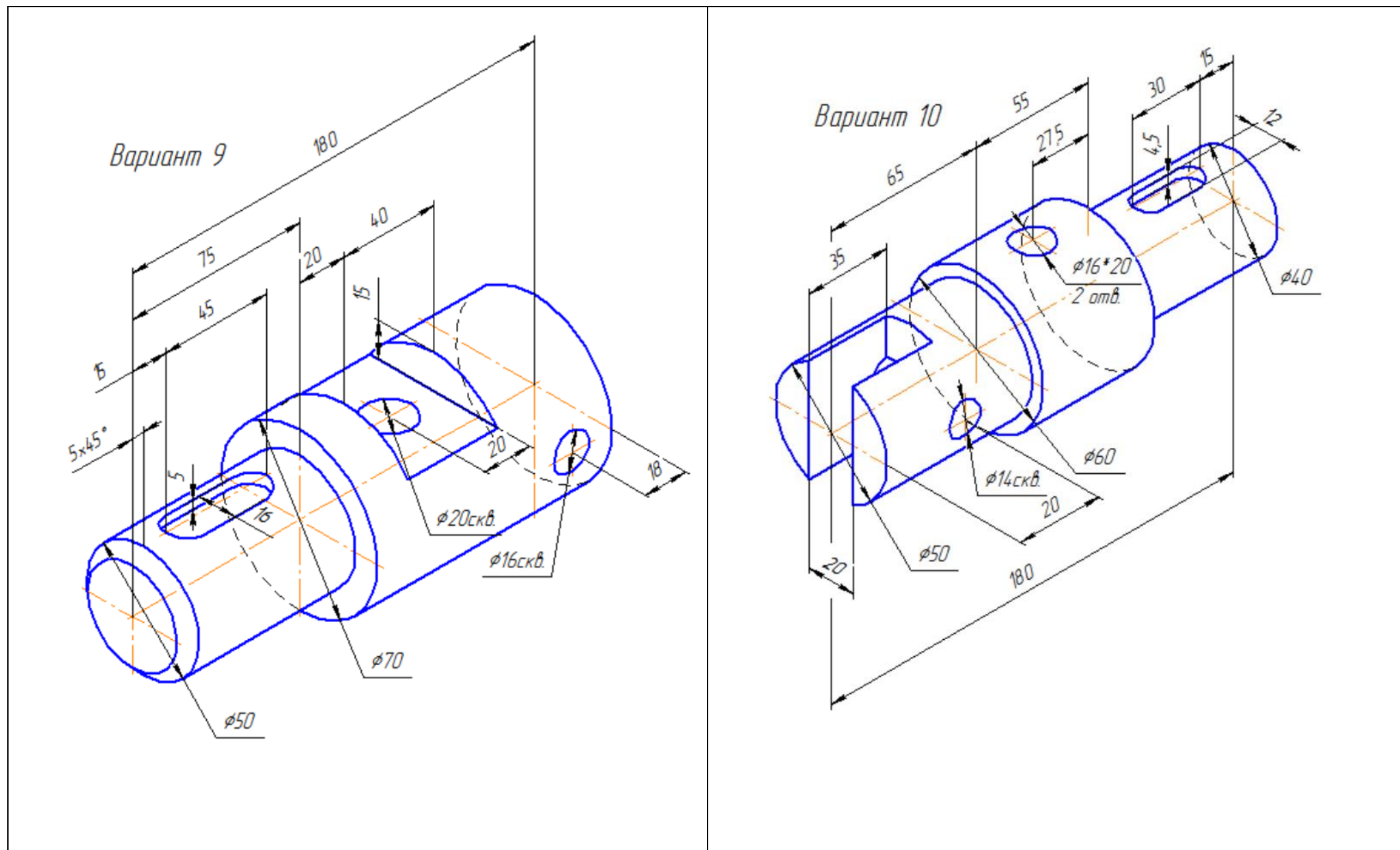


Вариант 7

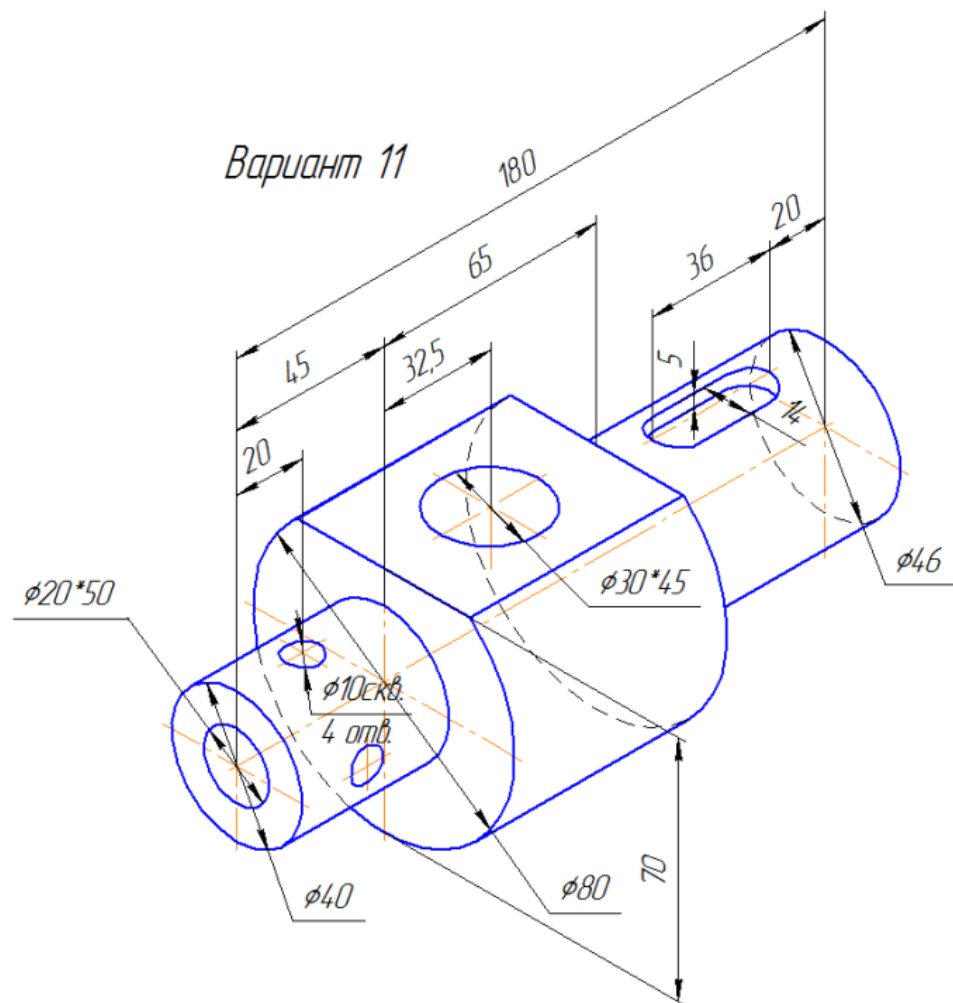


Вариант 8

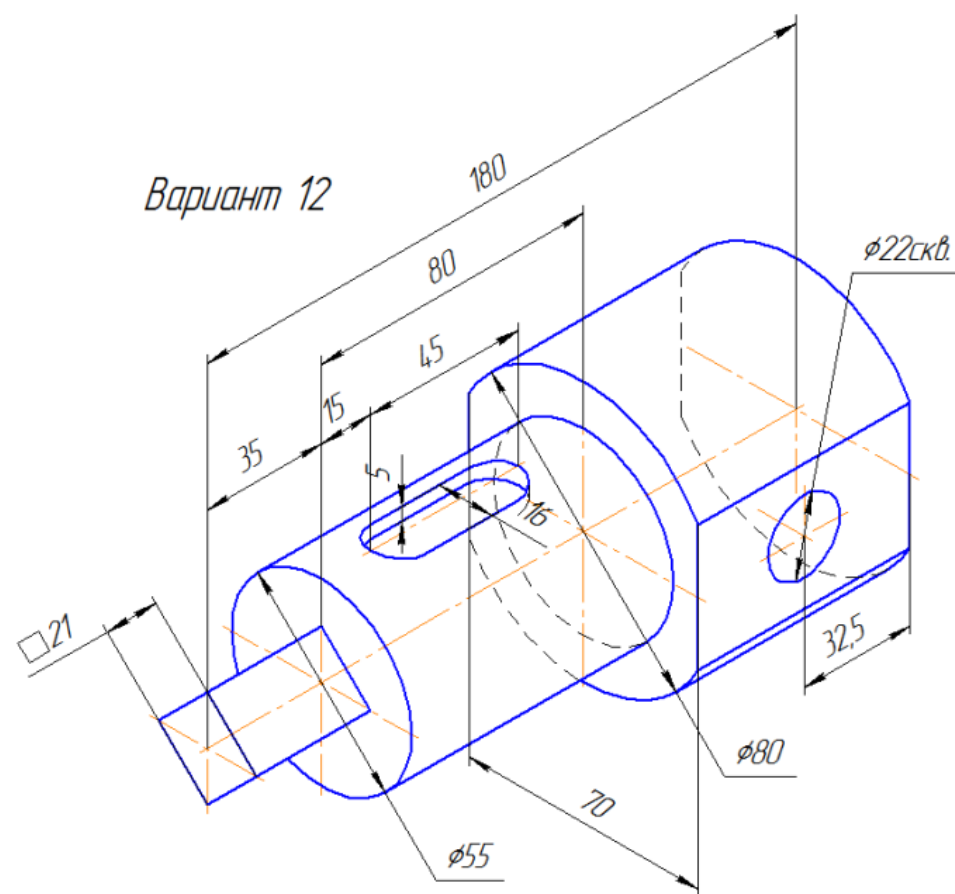




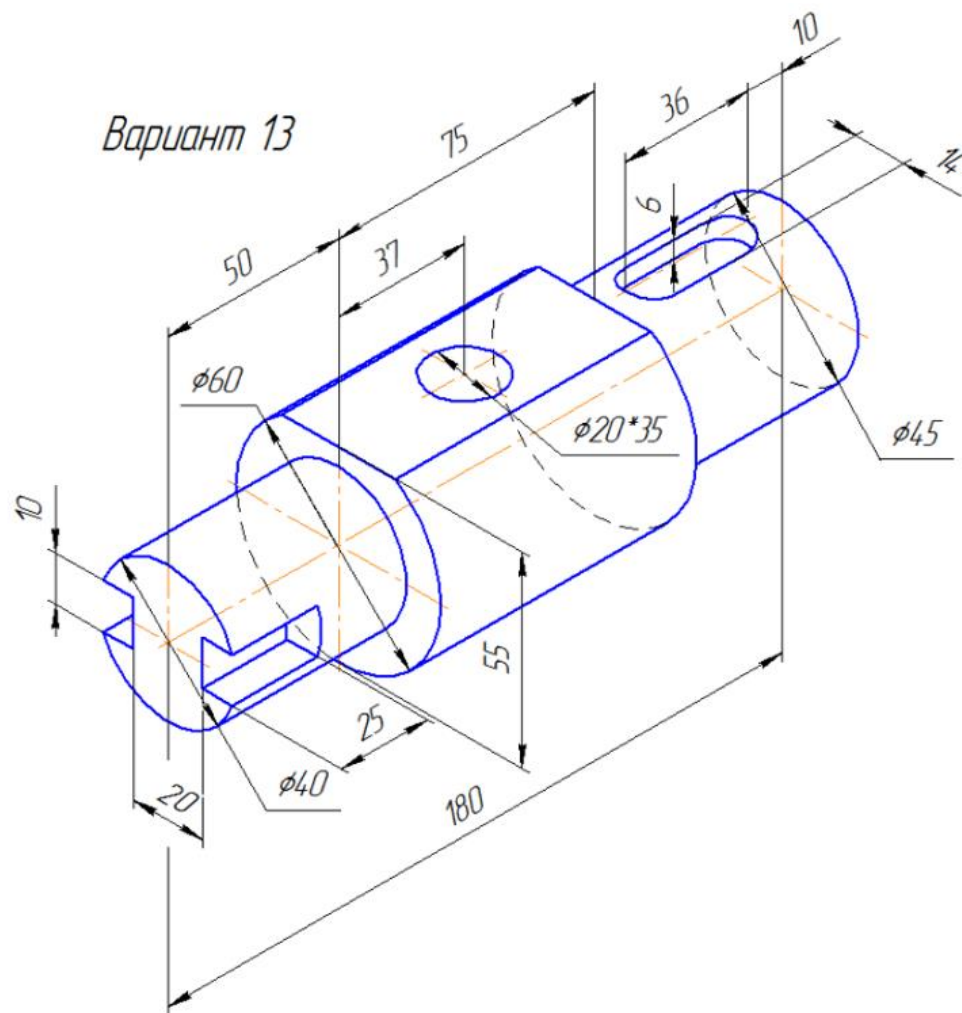
Вариант 11



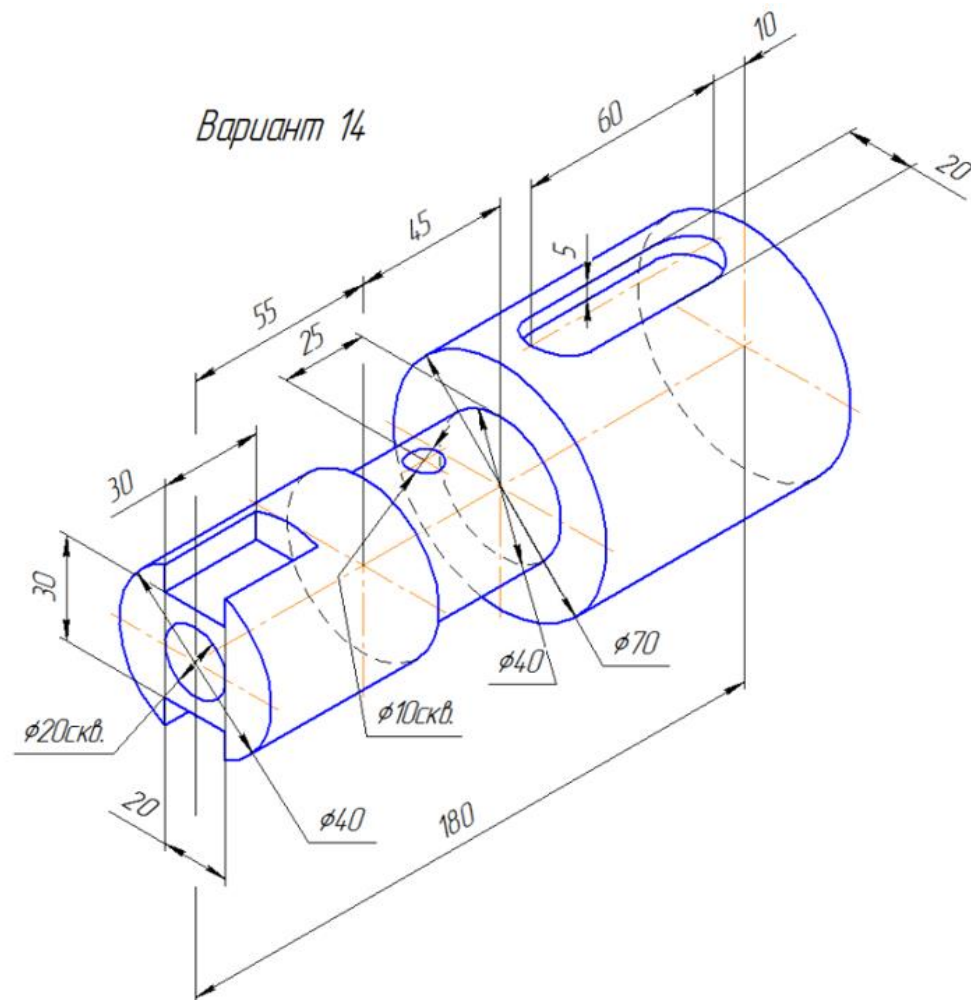
Вариант 12



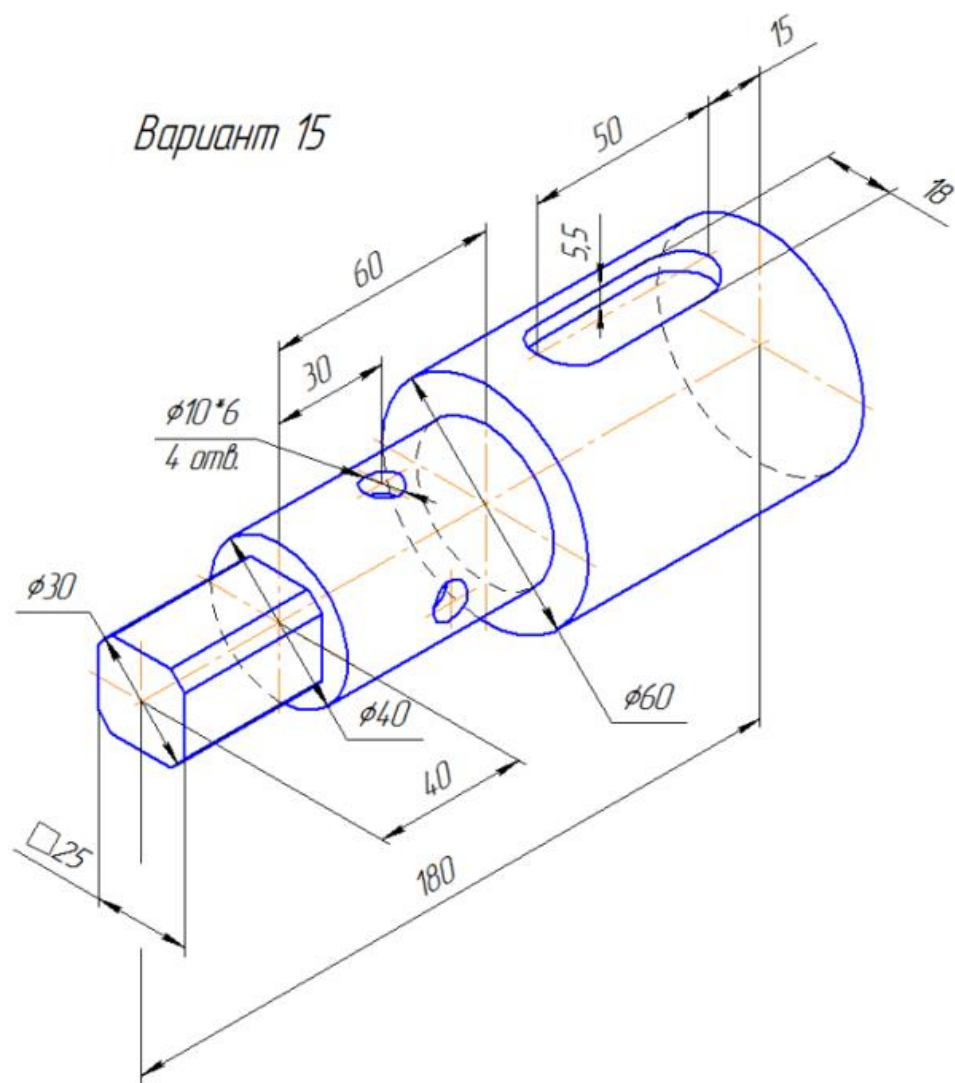
Вариант 13



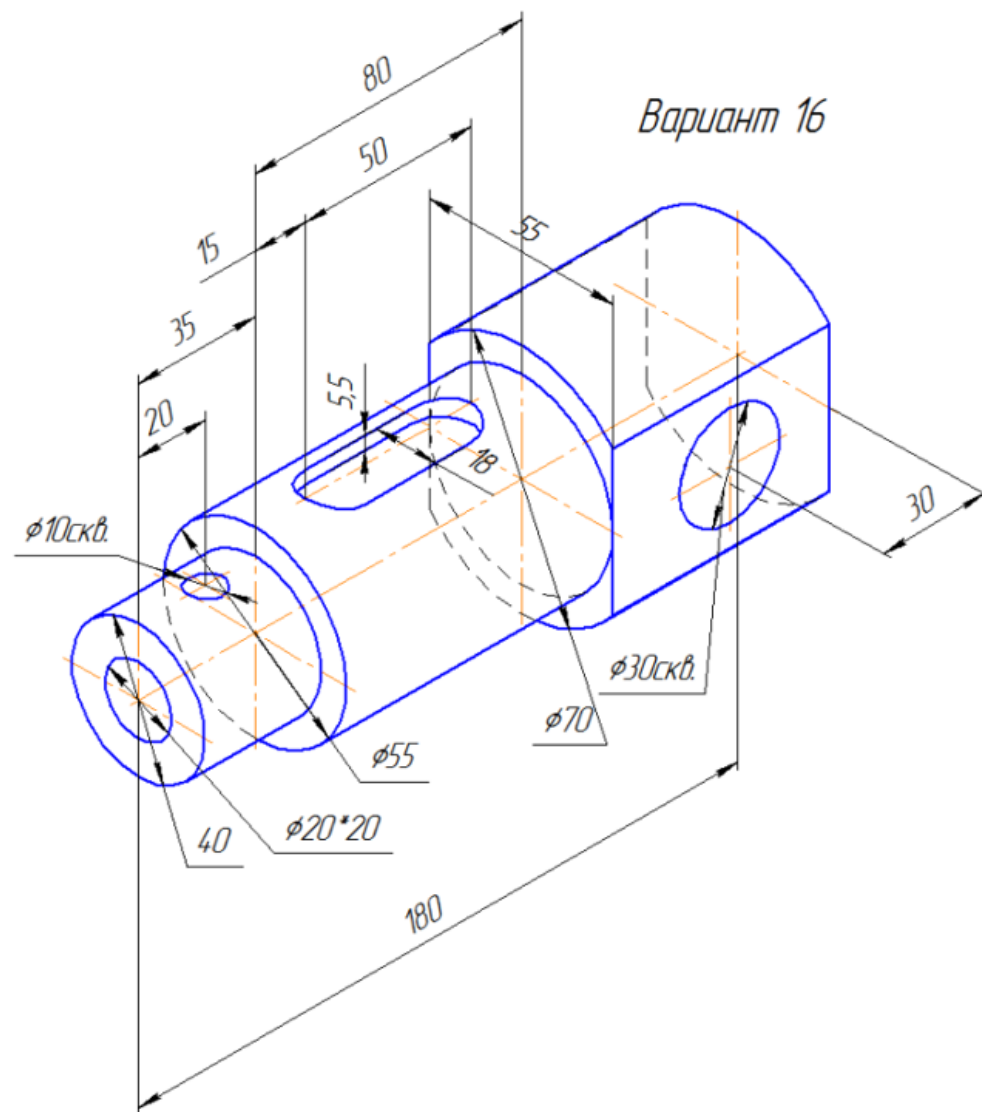
Вариант 14



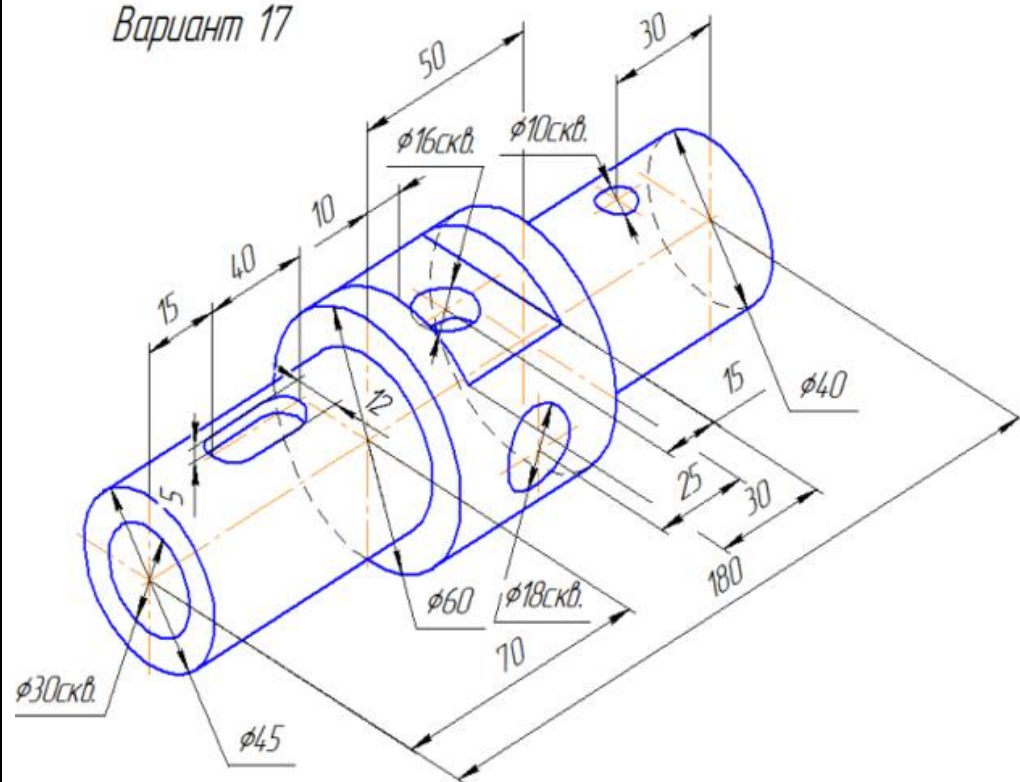
Вариант 15



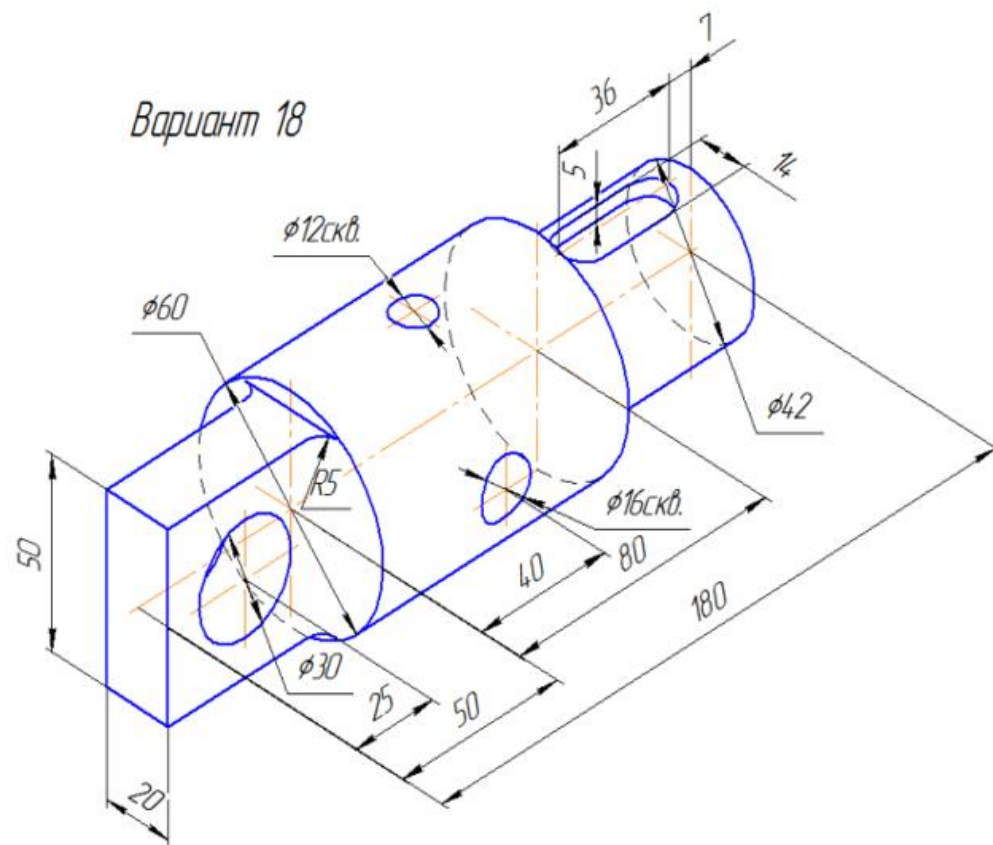
Вариант 16



Вариант 17



Вариант 18



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТОНКОСТЕННОГО КОРПУСА

Цель: научиться работать с командами оболочка, сдвиг.

Задание: Создать твердотельные модели тонкостенных корпусов согласно заданию (табл. 8.1). Создать тонкостенную изогнутую под произвольным углом трубу двумя способами: способ 1 – с применением команд сдвиг и оболочка; способ 2 – с применением команды сдвиг.

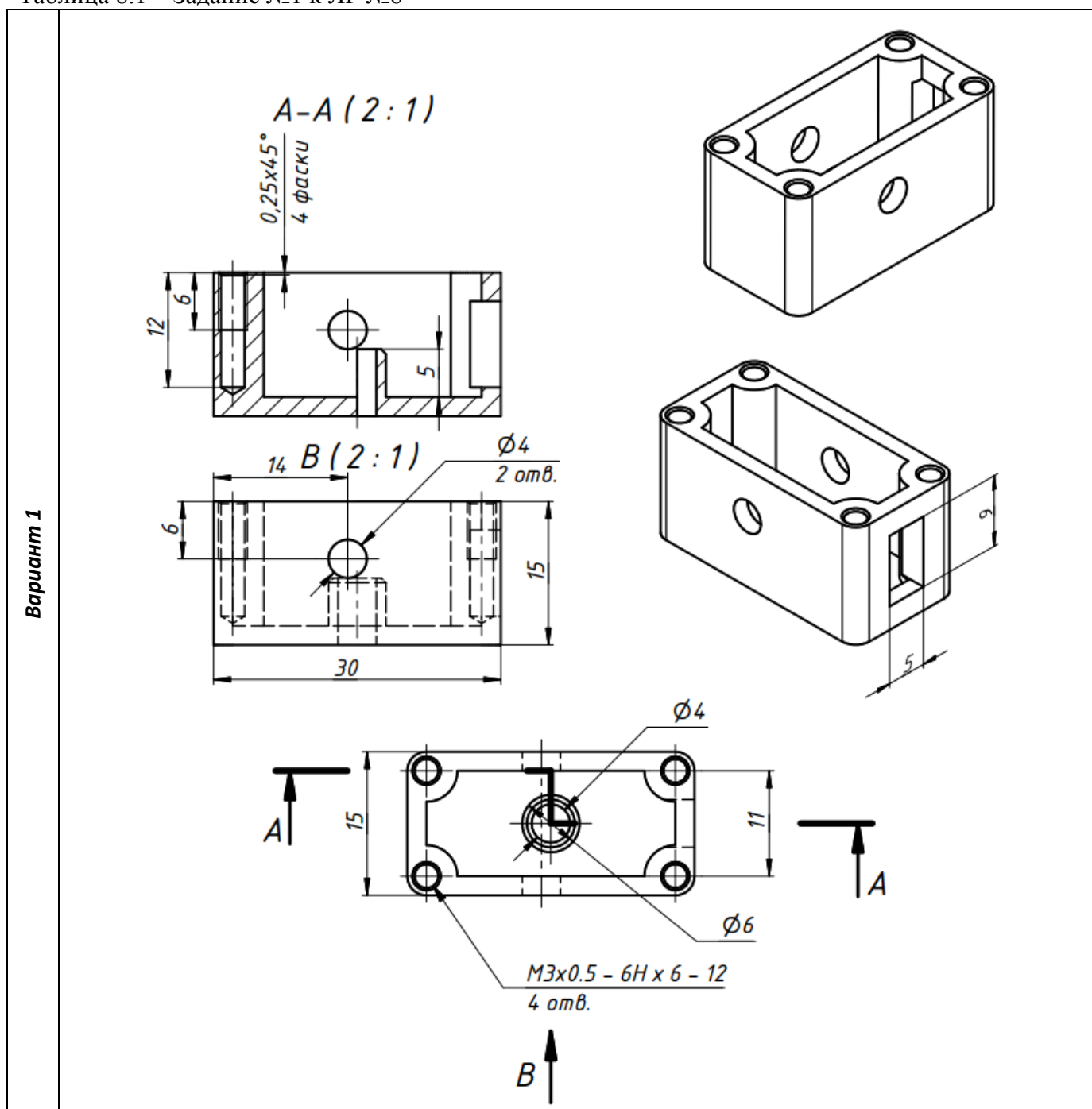
Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения моделей (рис. с комментариями) корпуса, трубы (2 методами), готовые модели корпуса и трубы, выводы.

Элемент «Сдвиг» служит для создания конструктивных элементов путем перемещения эскизного контура вдоль плоской траектории. Эскиз должен представлять собой замкнутый контур.

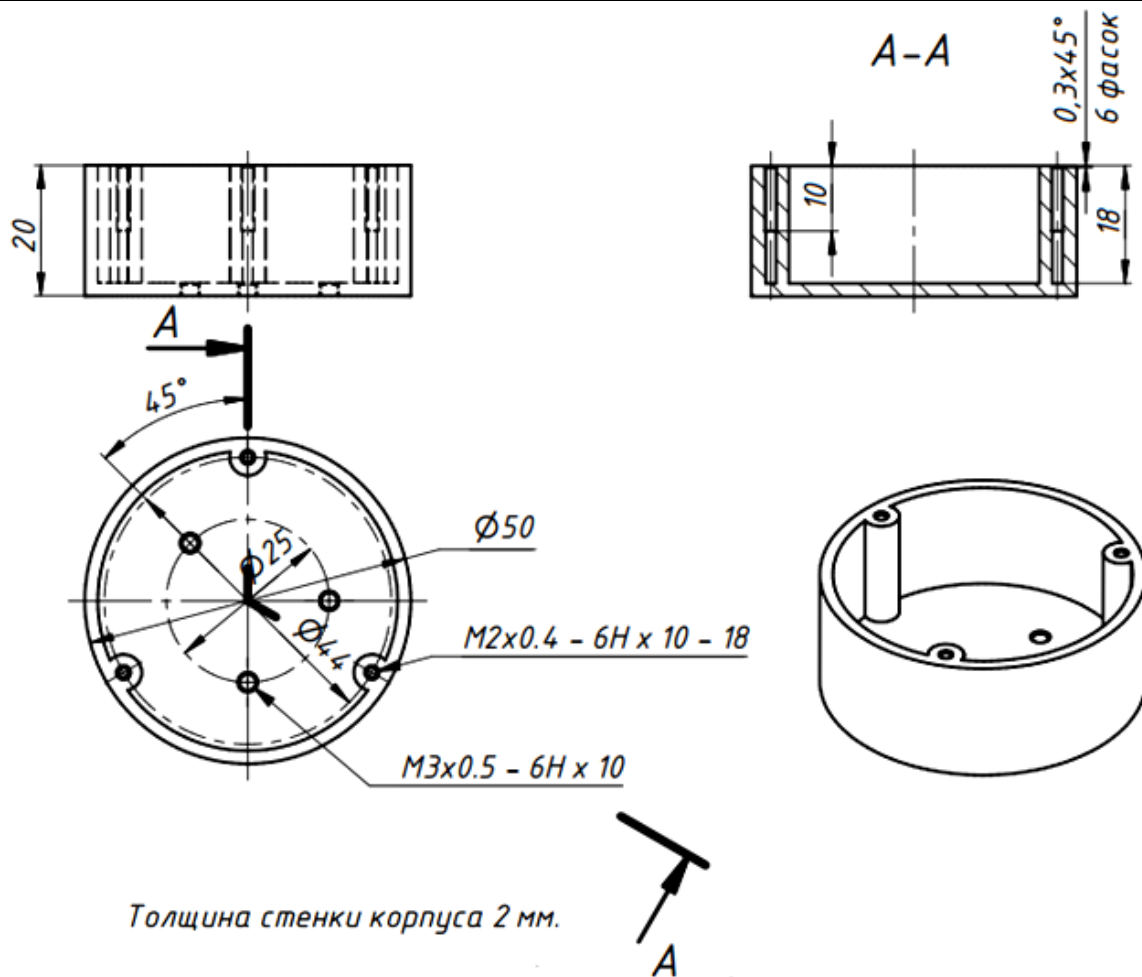
Команда «Оболочка» удаляет материал из детали, смещая существующие грани и создавая новые грани внутри, снаружи, либо на обеих сторонах детали.

Номер варианта задания №1 (табл. 8.1) определяется по последней цифре зачетной книжки.

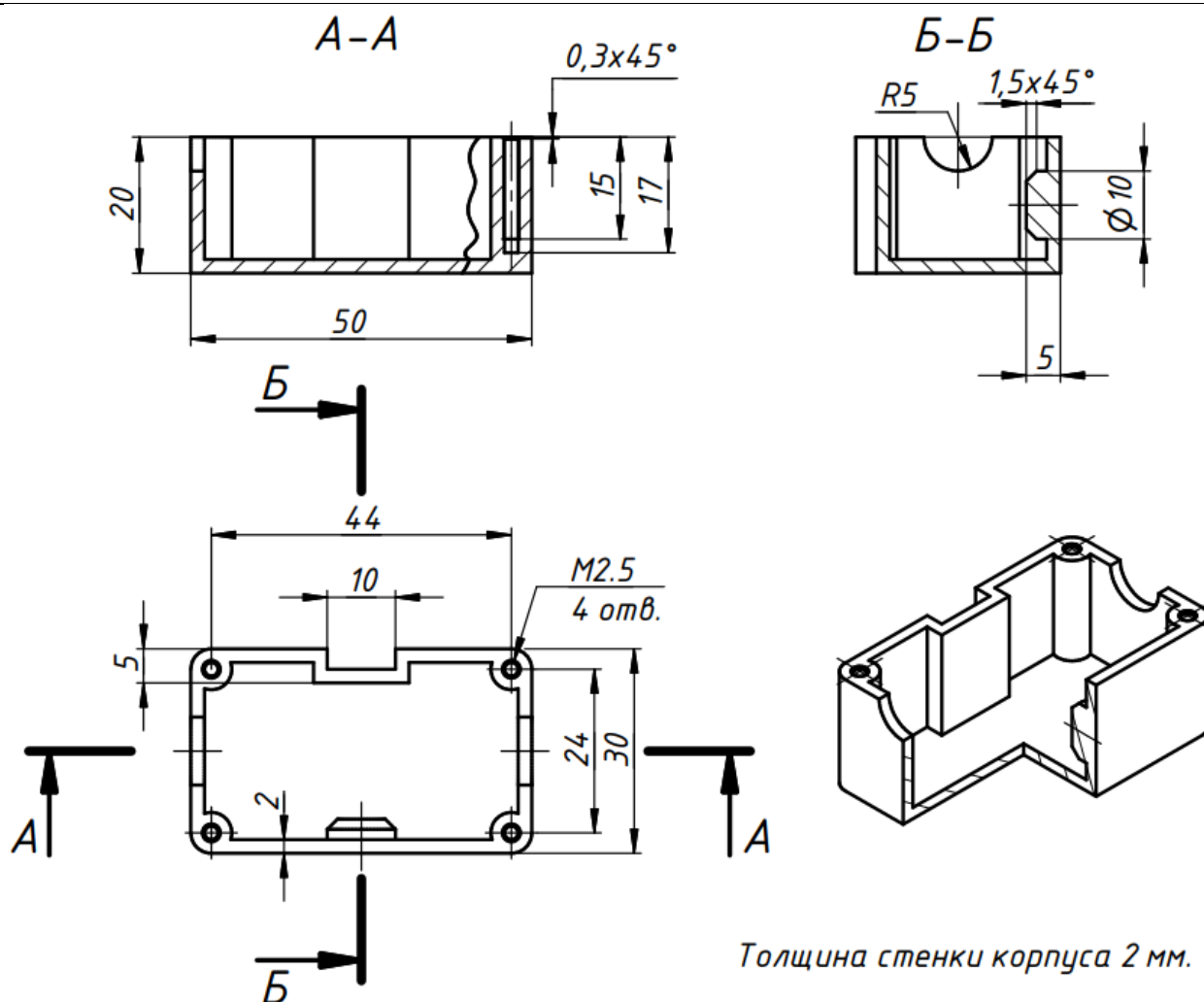
Таблица 8.1 – Задание №1 к ЛР №8



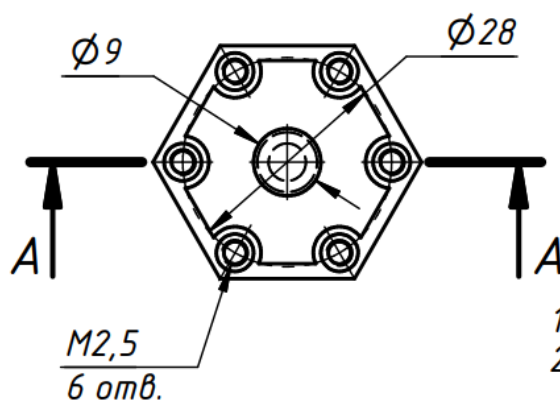
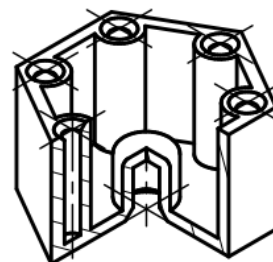
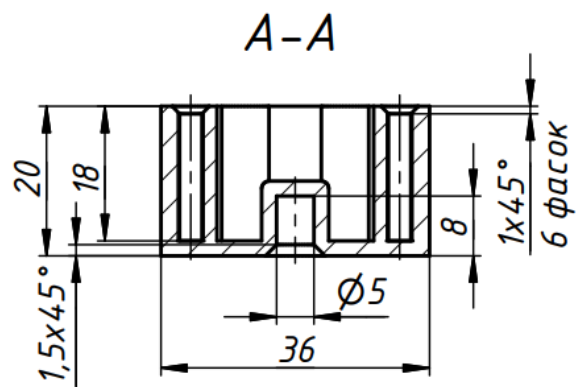
Вариант 2



Вариант 3

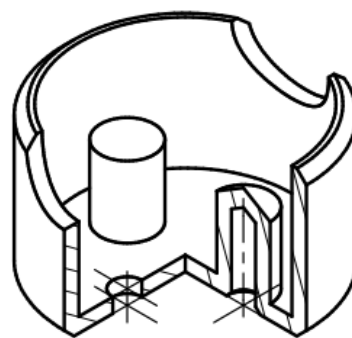
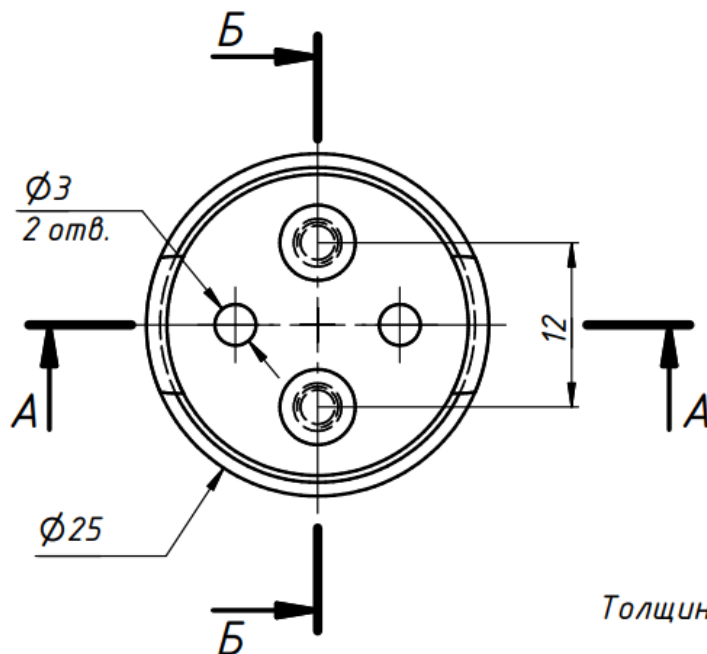
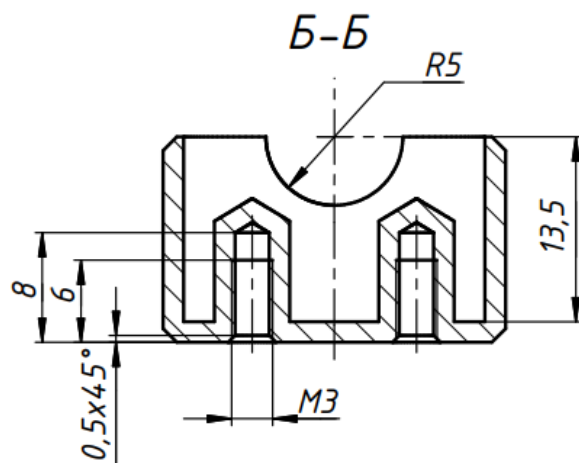
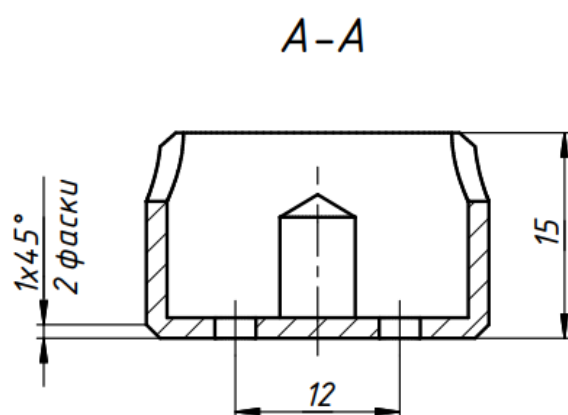


Вариант 4



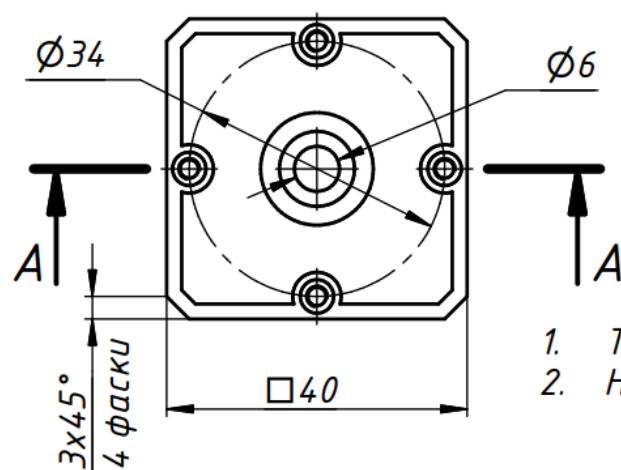
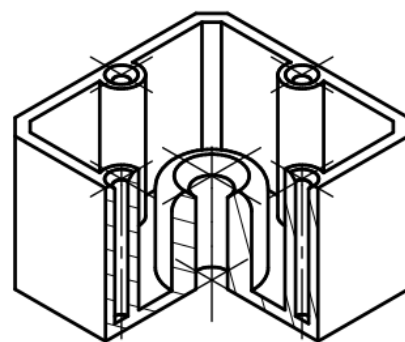
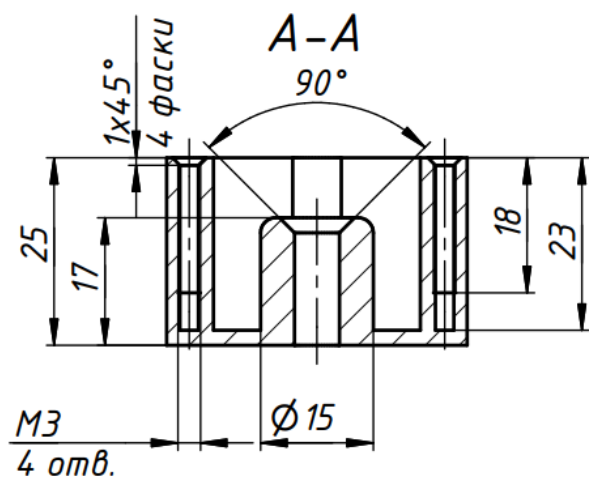
1. Толщина стенки корпуса 2 мм.
2. Неуказанные радиусы скруглений 1 мм.

Вариант 5



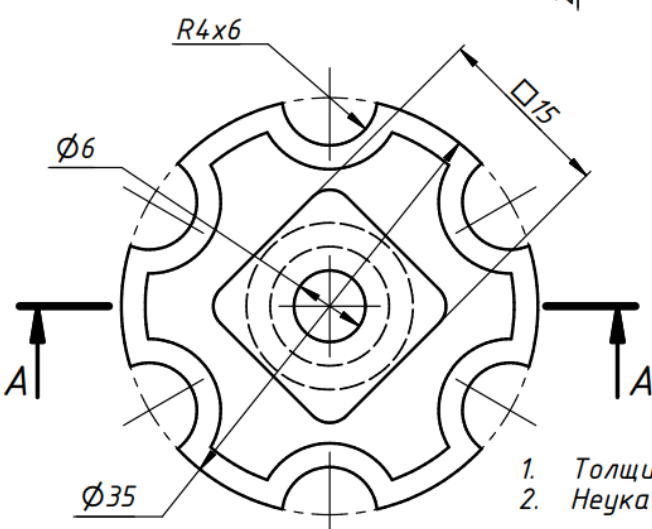
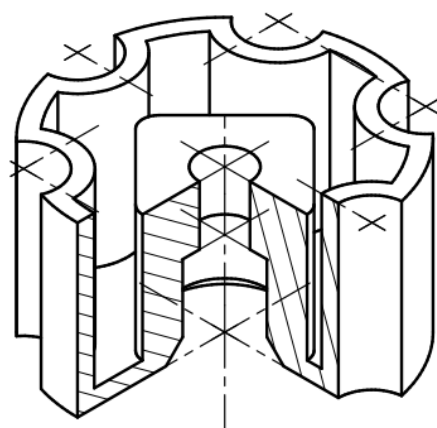
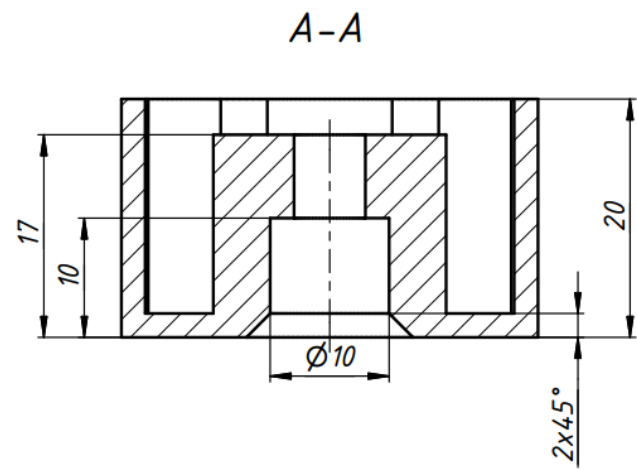
Толщина стенки корпуса 1,5 мм.

Вариант 6



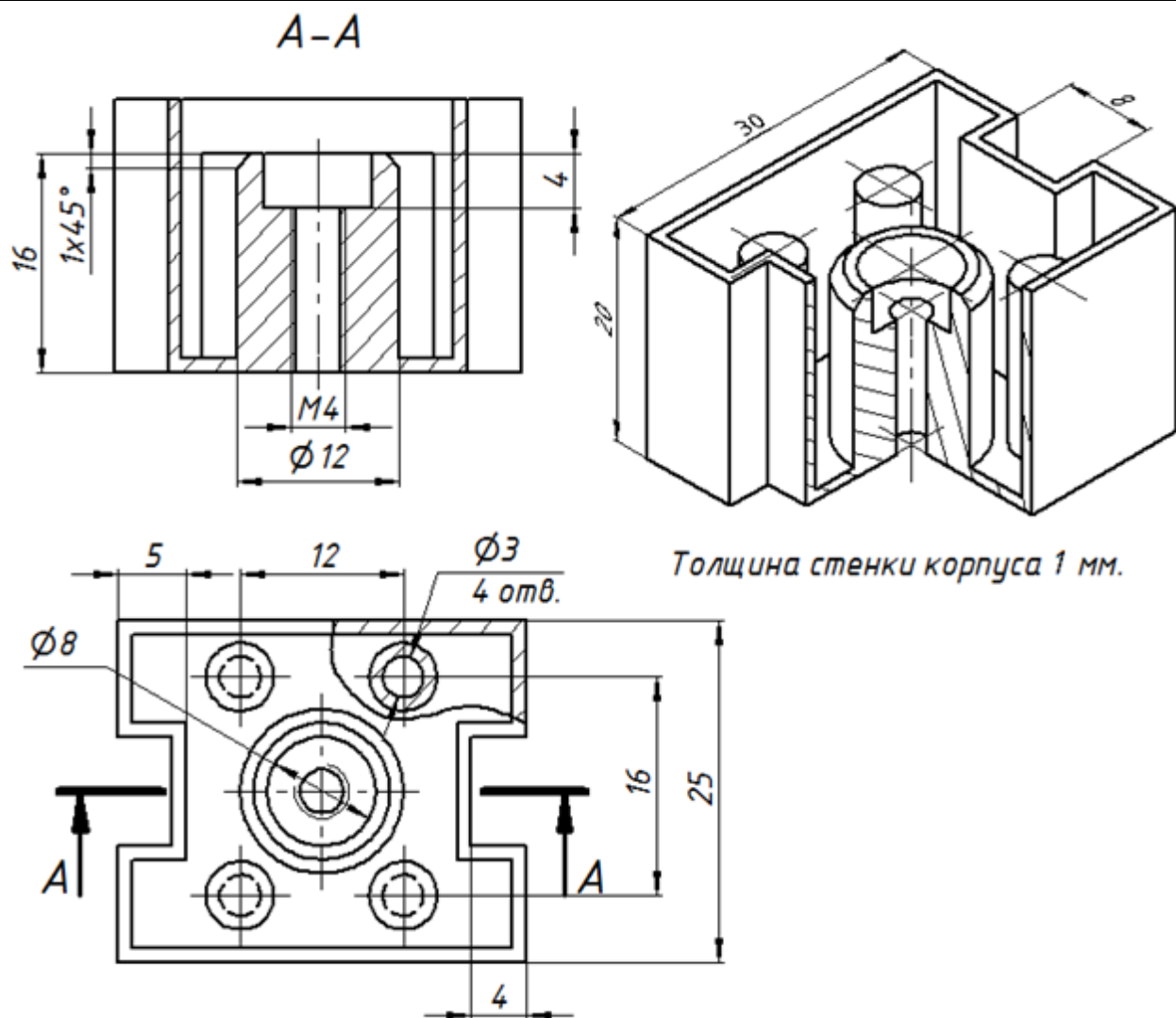
1. Толщина стенки корпуса 2 мм.
2. Неуказанные радиусы скруглений 2 мм.

Вариант 7

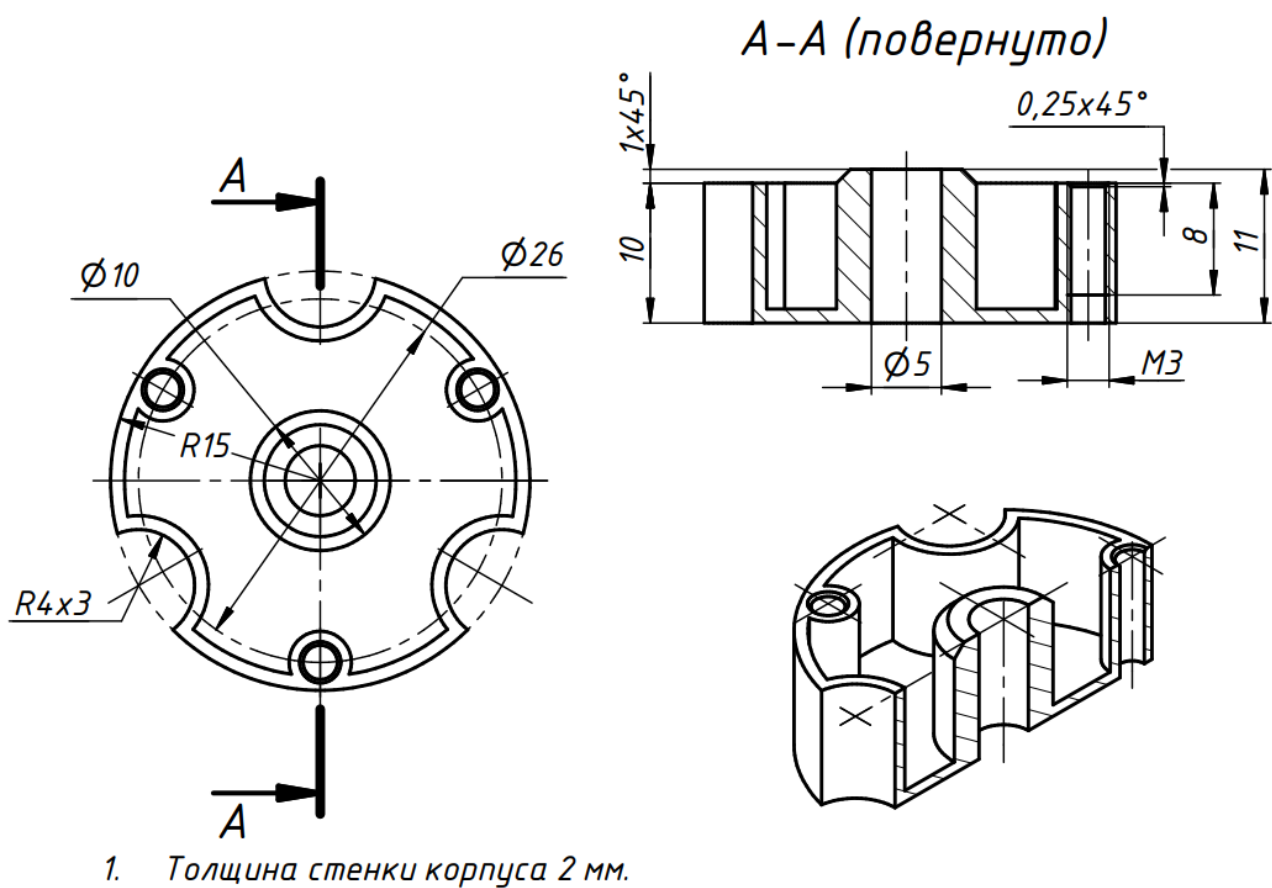


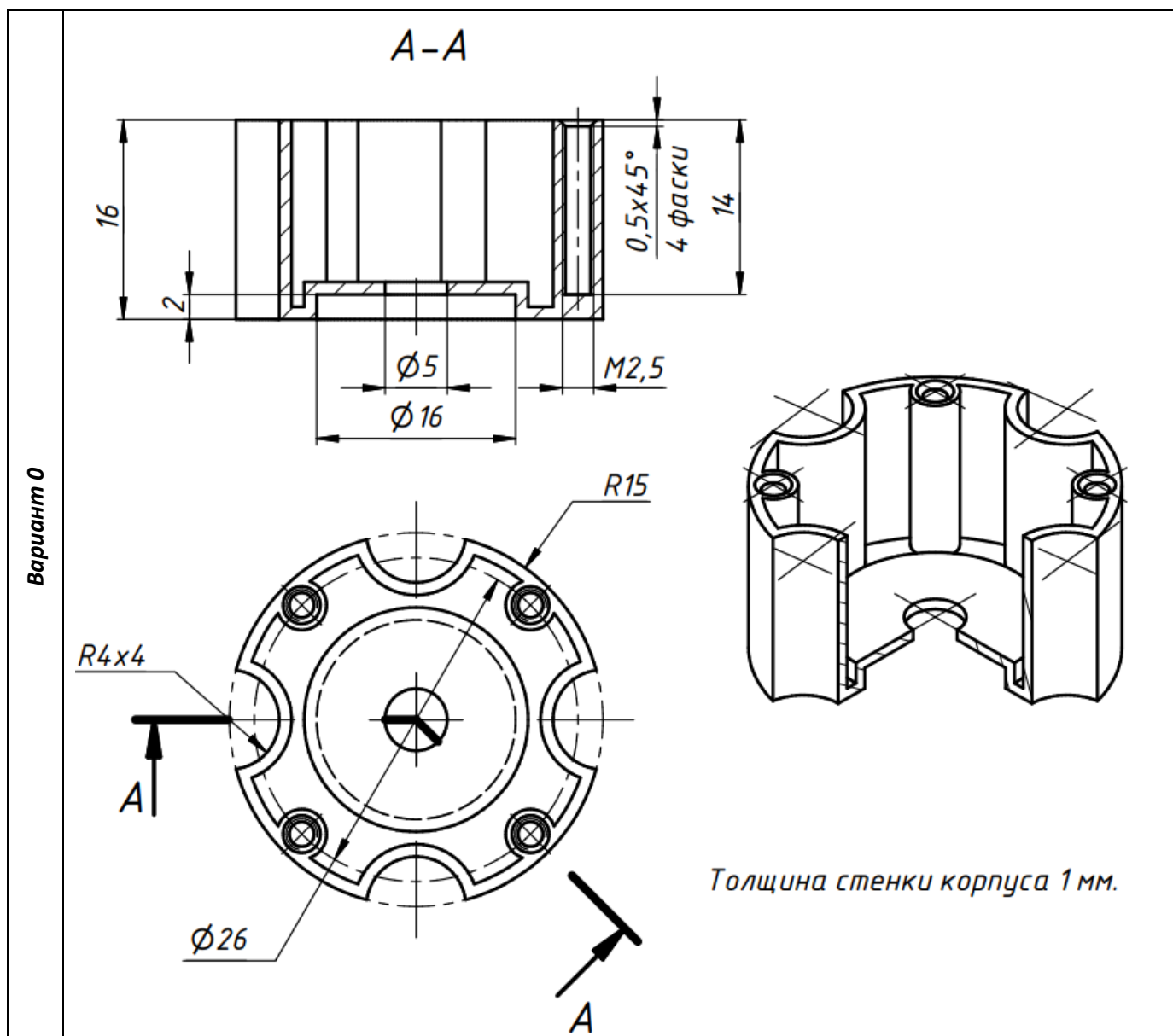
1. Толщина стенки корпуса 2 мм.
2. Неуказанные радиусы скруглений 2 мм.

Вариант 8



Вариант 9



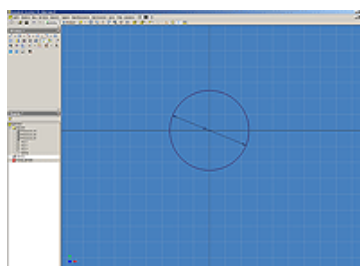


Задание №2.

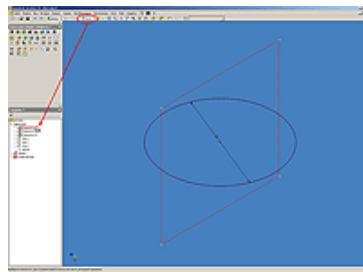
Создание конструктивного элемента трубопровода с помощью команд Сдвиг и Оболочка.

Способ 1. Создание конструктивного элемента трубопровода с применением команд Сдвиг и Оболочка.

1. Вначале необходимо создать эскиз контура будущей трубы. Для этого проецируем точку начала координат на плоскость построения. С помощью команды «Окружность» строим исходный контур и определяем размеры. Нажимаем «Принять эскиз».

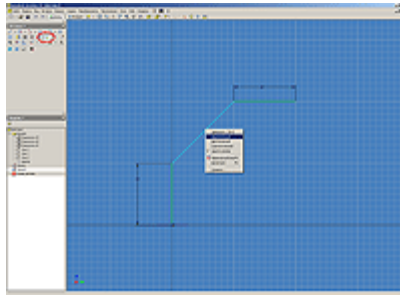


2. Приступаем к построению траектории сдвига. Для этого создаем новый эскиз в плоскости перпендикулярной эскизу контура трубы.

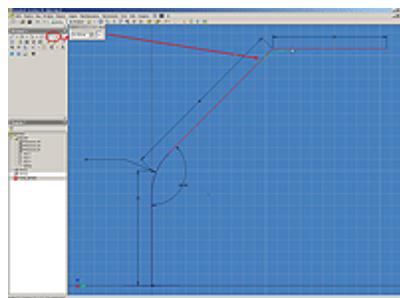


3. Выполняем построение траектории сдвига при помощи стандартных команд (командой отрезок, длина каждого из них должна быть больше диаметра трубы) и определяем размеры.

Для точного определения координат начала траектории сдвига рекомендуется перед началом построения спроецировать центр окружности контура трубы на плоскость построения.

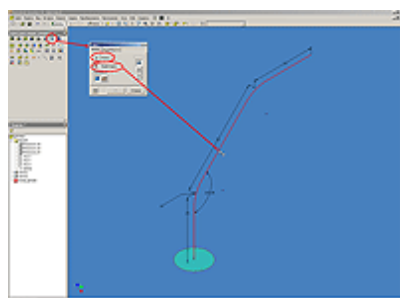


4. Для построения мест изгибов трубы используем стандартную команду «Сопряжение» и назначаем радиусы гибки трубы равным не менее радиуса самой трубы. Работа с эскизами закончена.

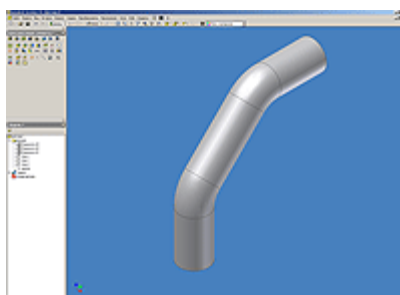


5. Приступаем непосредственно к построению трубы. Для этого нажимаем кнопку «Сдвиг» в инструментальной палитре.

В открывшемся диалоговом окне в качестве эскиза указываем контур трубы (т.к. замкнутый эскиз для сдвига один, Inventor выбирает его автоматически) и в качестве траектории – указываем построенную линию сдвига.

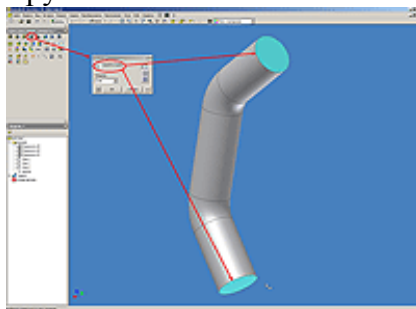


6. После нажатия кнопки «Ок» выполняется построение сдвига.

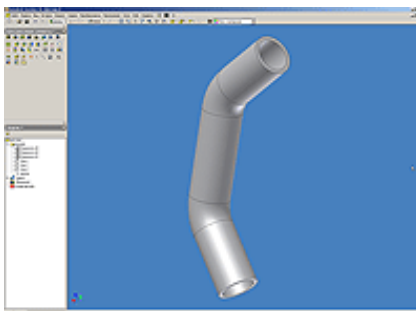


7. Следующим шагом в создании элемента трубопровода является построение полости внутри трубы с определенной толщиной стенки. Для этого используем команду «Оболочка».

Для создания оболочки необходимо определить, какие грани будут удалены или смещены, и задать толщину стенки каждой грани детали. Команда «Оболочка» вызывается из инструментальной палитры «Конструктивные элементы».



8. Окончательный вид элемента трубопровода.



Способ 2. Создание конструктивного элемента трубопровода с применением команды Сдвиг.

1. С помощью команды «Окружность» создать эскиз сечения трубы (внутренний и наружный контур) и определить размеры. Нажимаем «Принять эскиз».

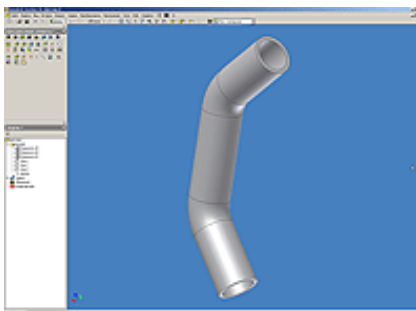
2. Построить траекторию сдвига и определить размеры.

4. Для построения мест изгибов трубы используем стандартную команду «Сопряжение» и назначаем радиусы гибки трубы равным не менее радиуса самой трубы. Принимаем эскиз.

5. Для этого нажимаем кнопку «Сдвиг» в инструментальной палитре, в качестве эскиза указываем сечение трубы, в качестве траектории – указываем построенную линию сдвига.

6. После нажатия кнопки «Ок» выполняется построение сдвига.

8. Окончательный вид элемента трубопровода.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

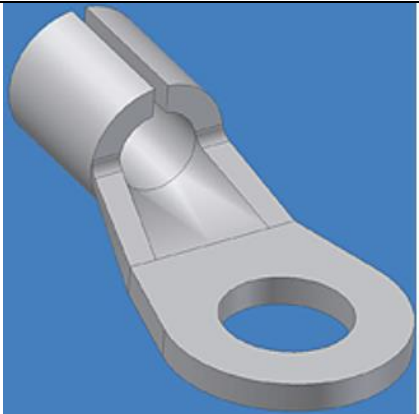
СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ НАКОНЕЧНИКА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ПРОВОДОВ

Цель: закрепить навыки работы с командой *Построение по сечениям (Лофт)*, научиться применять к построенным моделям выбранный материал.

Задание: Создать твердотельную модель наконечника для крепления проводов из заданного материала.

Примечание: при построении модели использовать команду *Построение по сечениям (Лофт)*.

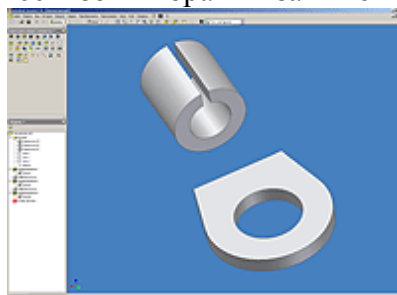
Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения модели (рис. с комментариями) и готовая модель наконечника для крепления проводов, выводы.

Задание	Результат
Задание: создать твердотельную модель наконечника для крепления проводов. Размеры произвольные. Материал наконечника – по указанию ведущего преподавателя.	

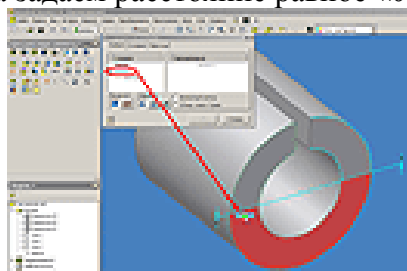
Элементы по сечениям создаются путем построения переходов между контурами, расположенными на разных рабочих плоскостях или плоских гранях.

1. Рассмотрим построение сложного элемента перехода в детали «наконечник для крепления электрических проводов».

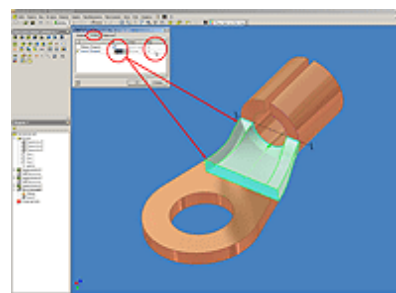
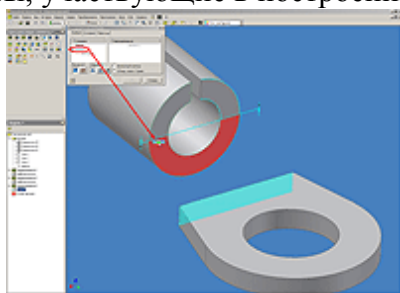
2. Построение показанных на рисунке 2 элементов выполняется стандартными командами. В качестве плоскостей для построения эскизов выбраны взаимно-перпендикулярные плоскости.



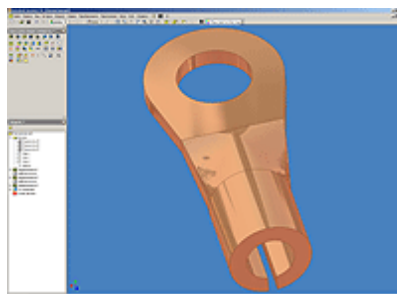
3. Для начала построения элемента «По сечениям» создаем новый эскиз на плоскости одного из элементов наконечника. Это необходимо потому, что в построении участвует не весь контур, спроецированный на плоскость построения, а только его часть. Строим линии образующие эскиз и ограничивающие его. Для полного определения эскиза необходимо задать дополнительные размеры. В качестве такого размера задаем расстояние равное «0» относительно точки центра.



5. После команды «Принять эскиз» начинаем построение конструктивного элемента «По сечениям». Для этого выбираем в инструментальной палитре соответствующую команду. Указываем эскизы, участвующие в построении.



9. Устанавливаем все необходимые значения и нажимаем на кнопку «Ок». Выполняется построение элемента «По сечениям».



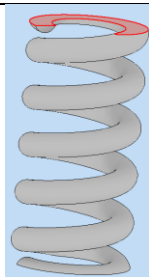
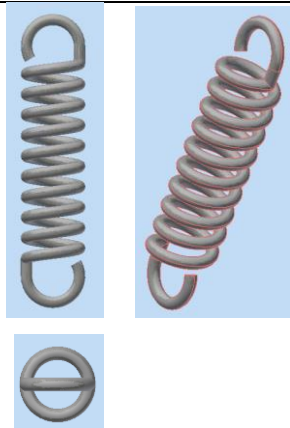
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРУЖИН СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ

Цель: закрепить навыки работы с различными конструктивными элементами, закрепить навыки работы с рабочими плоскостями

Задание: Создать твердотельную модель пружин сжатия и растяжения.

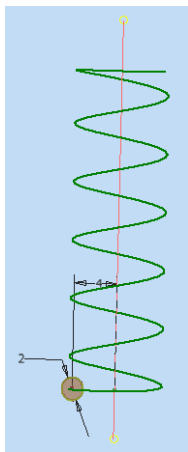
Содержание отчета: титульный лист, задание, этапы построения моделей (рис. с комментариями) и готовые модели пружин, выводы.

Задание	Результат
Создать твердотельную модель пружины сжатия. Размеры произвольные. Примечание: при построении твердотельной модели пружины сжатия использовать команду <i>Пружина</i>, <i>Разделить</i> (с обрезкой твердого тела), а также с применением граничных условий для начала и окончания пружины переходной и плоской части по 90°.	
Создать твердотельную модель пружины растяжения. Размеры произвольные. Примечание: при построении твердотельной модели пружины растяжения использовать команду <i>Пружина</i>, <i>Сдвиг</i>.	

Рассмотрим прием создания конструктивного элемента Пружина. Команда «Пружина» палитры «Конструктивные элементы» используется для создания элементов спирально-винтовой формы. Команда позволяет построить винтовую пружину.

1. Для построения пружины необходимо создать новый эскиз, представляющий сечение будущей пружины при помощи команды «Окружность».

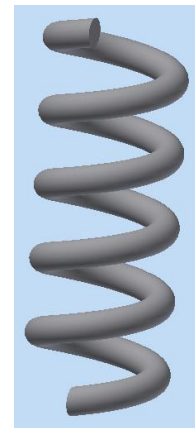
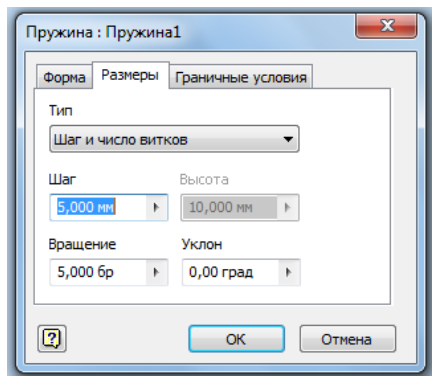
В качестве оси симметрии используют стандартную ось перпендикулярную плоскости эскиза сечения пружины или отрезок, построенный в этой плоскости. Размерами определяем диаметр пружины и диаметр сечения.



2. Вызываем команду «Пружина». В качестве эскиза указываем сечение пружины, а в качестве оси – выбранную координатную ось.

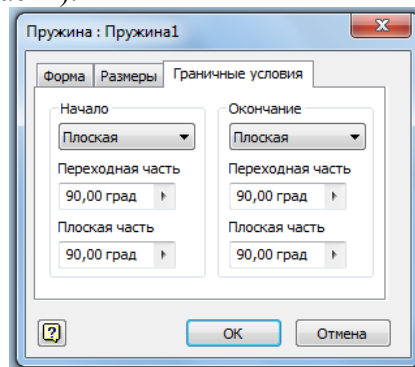
В диалоговом окне «Форма» присутствуют кнопки «Направление». Они необходимы для выбора направления навивки пружины (Правое или левое).

3. В закладке «Размеры» доступны четыре способа задания пружины: Шаг и число витков; Число витков и длина; Шаг и длина; Спираль. При выборе того или иного способа задания Inventor активирует те или иные поля для ввода значений.

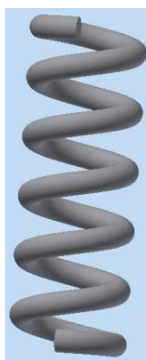


Создание пружины сжатия

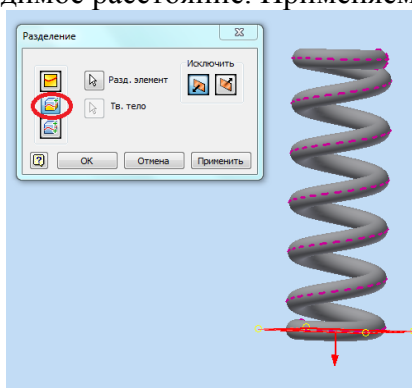
Для создания пружины сжатия необходимо в закладке «Граничные условия» установить параметры построения начала и конца пружины: Плоская (Пружина плоская на одном или обоих концах, которая может вертикально стоять на плоской поверхности); Натуральная (Концы пружины не имеют переходной части).



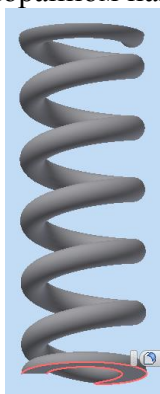
Длина переходного участка указывается в градусах. Как правило, устанавливается значение, меньшее полного витка. Длина плоского участка так же указывается в градусах. Плоский участок следует после переходного участка, на нем шаг между витками равен нулю. Он используется для построения плоского торца пружины. После задания всех параметров пружины нажимаем кнопку «Ok» и выполняем построение элемента.



Часто возникает необходимость построения пружины с подрезанными торцами. Команда «Пружина» из палитры конструктивных элементов Inventor не позволяет выполнять подобные построения. Ниже рассмотрим порядок построения подрезанных торцов пружины. Для этого необходимо выбирать плоскость, которая проходит через центр сечения первого витка. Если есть необходимость выполнить подрезку торца пружины не по центру сечения первого витка, то необходимо выполнить построение дополнительной рабочей плоскости, смещенной от стандартной плоскости на необходимое расстояние. Применяем команду разделение.

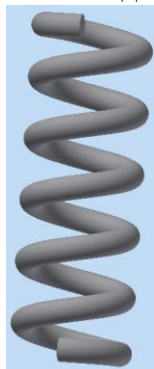


Для выполнения подрезки второго торца пружины необходимо создать дополнительную рабочую плоскость, параллельную первой со смещением на некоторую величину или проходящую через центр сечения последнего витка. Далее по аналогии применяем команду разделение с удалением твердого тела в выбранном направлении.

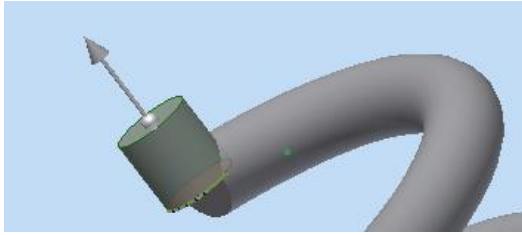


Создание пружины растяжения

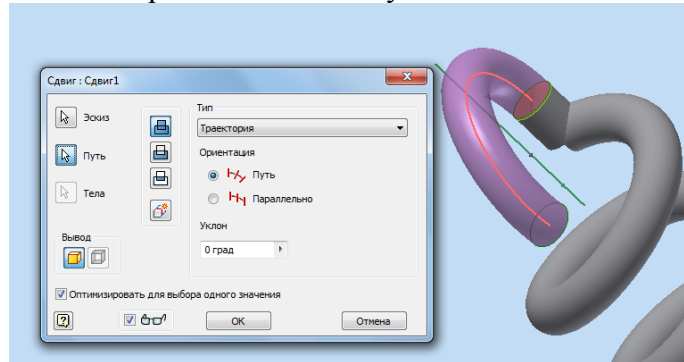
1. Создаем винтовую пружину с помощью команды «Пружина»



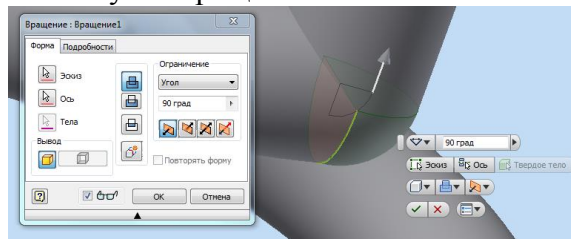
2. В плоскости, проходящей через центр сечения первого витка и перпендикулярной оси пружины построить эскиз сечения пружины, проставить размеры, принять эскиз и выдать его на некоторое небольшое расстояние.



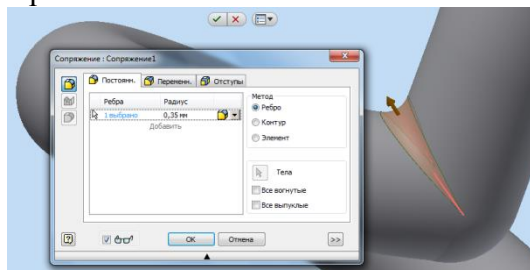
3. В плоскости, проходящей через центр сечения первого витка и совпадающей с осью пружины (вдоль пружины) построить траекторию сдвига сечения пружины, проставить размеры, принять эскиз и применить команду Сдвиг.



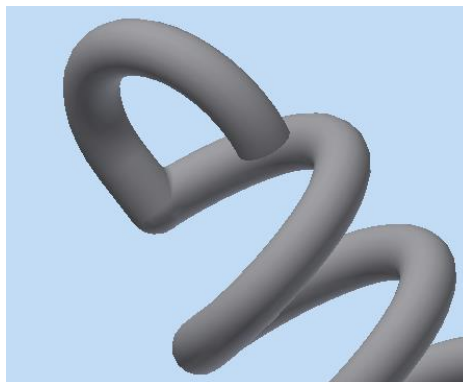
4. Построить изгиб пружины путем вращения половины сечения пружины.



5. Применить команду сопряжение.



Готовый зацеп имеет вид.



Аналогично строим зацеп с другой стороны.

Примечание. Чтобы зацепы были развернуты друг относительно друга на 180° , необходимо задать вращение кратно $0,5$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ С ПРОСТЫМИ ПРОДОЛЬНЫМИ И ПОПЕРЕЧНЫМИ РАЗРЕЗАМИ

Цель: научиться создавать чертежи в Autodesk Inventor.

Задание: создать чертеж детали по ранее созданной твердотельной модели (ЛР №6), содержащий вид сверху и два простых разреза вместо главного и фронтального видов. Создать аксонометрию с вырезом в $\frac{1}{4}$.

Содержание отчета: Титульный лист, основную часть с отражением процесса создания чертежа, выводы, сам чертеж на листе А4 с подписью исполнителя.

Создание чертежей.

1. Откроем в Inventor 3D модель.

2. Выбираем Создать чертеж.

3. Создадим главный вид: выбрать направление вида из предложенного списка, задать масштаб (из стандартных или определить пользователем вручную), определить стиль представления вида (с невидимыми линиями, без невидимых линий или тонирование). После определения параметров главного вида нажать кнопку «ОК» или кликнуть левой кнопкой мыши на виде в поле чертежа

4. Теперь создадим проекционные виды, нажав кнопку «Проекционный вид» в инструментальной палитре. Затем, указав, курсором мыши на главный вид, ведем мышью в направлении создаваемого вида и кликая левой кнопкой мыши на месте расположения вида в поле чертежа. После предварительного расположения нескольких проекционных видов, нажимаем правой кнопкой мыши в поле чертежа и выбираем команду «Создать» в открывшемся контекстном меню. Создаются проекционные виды. В качестве проекционных видов могут использоваться разрезы.

5. Создадим сечение вида, нажав кнопку «Разрез» в инструментальной палитре, и указав на вид (главный или проекционный), с которого необходимо получить сечение. Затем необходимо провести линию сечения вида, используя стандартные привязки (например, середина линии, центр отверстия и т.п.).

Линия сечения должна заведомо перекрывать границы вида, иначе разрез будет не полным.

Линия сечения может иметь как простую прямолинейную форму, так и сложную ступенчатую.

После того как линия сечения проведена, по нажатию правой кнопки мыши, выбираем пункт «Далее» контекстного меню. В открывшемся диалоговом окне необходимо задать название вида, его масштаб, стиль представления, а также глубину сечения (полное либо на определенное расстояние, указываемое в соответствующем поле). Далее указываем место расположения разреза в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши. Формируется разрез.

6. При необходимости, детали, которые не должны попадать в разрез (например, такие как валы) можно выключить из сечения. Для этого в браузере чертежа необходимо в текущем виде найти деталь, которую необходимо исключить из разреза и правой кнопкой мыши снять флажок с пункта меню «Разрез».

7. Для создания выносного элемента, необходимо нажать кнопку «Выносной элемент» в палитре инструментов. Затем указать вид, с которого необходимо получить выносной элемент, а также указать область выносного элемента ограниченного кругом (Inventor предлагает указать эту область). В открывшемся диалоговом окне необходимо задать название вида, его масштаб, стиль представления и указать место расположения вида в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши.

8. Чтобы создать вид с разрывами, необходимо нажать кнопку «Вид с разрывами» и указать на вид, на котором условно должна быть удалена часть детали или элемента. Затем на виде задаются начальное и конечное положение разрыва, а в открывшемся диалоговом окне параметры разрыва (стиль представления, величина зазора и интервала, его направление). Нажимаем кнопку «ОК».

Если делать разрыв на любом из видов чертежа (главный, проекционный, дополнительный или сечении), то разрыв автоматически генерируется и на всех связанных видах. Поэтому рекомендуется вставлять в чертеж еще один главный вид изделия или сборки, на котором необходимо показать вид с разрывами.

9. Для создания местного разреза на виде, необходимо предварительно создать эскиз, связанный с базовым видом, на котором будет показан местный разрез. Поэтому выделяем левой кнопкой мыши необходимый вид (он становится подсвеченным штриховым прямоугольником), а затем нажимаем кнопку «Эскиз». В режиме создания эскиза рисуем замкнутый контур, определяющий положение местного разреза на виде (для этого используем стандартные команды рисования – линия, прямоугольник, круг и т.д.). Используя размеры и стандартные зависимости при эскизировании, определяем положение контура местного разреза и нажимаем кнопку «Возврат». Нажимаем кнопку «Местный разрез» палитры инструментов и указываем вид, на котором будет создан местный разрез. В открывшемся диалоговом окне указываем созданный эскиз и глубину разреза, например, указанием левой кнопкой мыши от одной точки до другой.

Также предусмотрена возможность выбора и других вариантов задания глубины местного разреза:

От точки - задает числовое значение глубины местного разреза.

До эскиза - для задания глубины местного разреза использует геометрию эскиза, связанного с другим видом.

До отверстия - для задания глубины местного разреза использует оси отверстия на виде.

Через деталь - для задания глубины местного разреза использует оси отверстия на виде.

Задание числового значения глубины местного разреза доступно только при выборе типа глубины «От точки».

После нажатия кнопки «ОК» - формируется местный разрез.

10. При необходимости можно создать дополнительные виды, нажав кнопку «Дополнительный вид» в инструментальной палитре и указав на вид (главный или проекционный) с которого необходимо получить дополнительный вид. В открывшемся диалоговом окне задается название вида, масштаб и стиль представления вида. Затем, необходимо указать линию, относительно которой будет создан дополнительный вид и расположить его в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши.

11. После создания всех необходимых видов чертежа, можно приступить к его оформлению. Для этого необходимо переключиться из режима «Виды чертежа» инструментальной палитры в режим «Пояснительные элементы». Используя стандартные команды (проставка размеров, баз, шероховатостей, допусков и т.п.) можно оформить чертеж в соответствии с предъявляемыми требованиями.

12. Для удобства размещения видов на чертеже и управления прочими функциями работы с видами, можно воспользоваться контекстным меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши на выбранном виде. Например, можно включить или выключить выравнивание позиционных видов относительно главного вида, удалить или повернуть какой-либо из видов, автоматически нанести осевые линии, показать или скрыть резьбу и т.д.

13. Для того чтобы создать второй (третий, четвертый и т.д.) лист, необходимо нажать кнопку «Создать лист» в инструментальной палитре или выбрать нужную форматку в браузере чертежа. Переключение между листами можно осуществлять по двойному клику левой кнопкой мыши на листе в браузере чертежа. Переносить виды с одного листа на другой можно также используя браузер чертежа. Для этого необходимо, удерживая левой кнопкой мыши вид в браузере, перетащить его на другой лист.

14. Настроить стили оформления чертежа можно в редакторе стилей и стандартов, который вызывается из главного меню «Формат» – «Редактор стилей». Можно создать, как свой пользовательский стиль оформления, так и отредактировать и сохранить уже существующий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ СО СЛОЖНЫМИ СТУПЕНЧАТЫМИ РАЗРЕЗАМИ

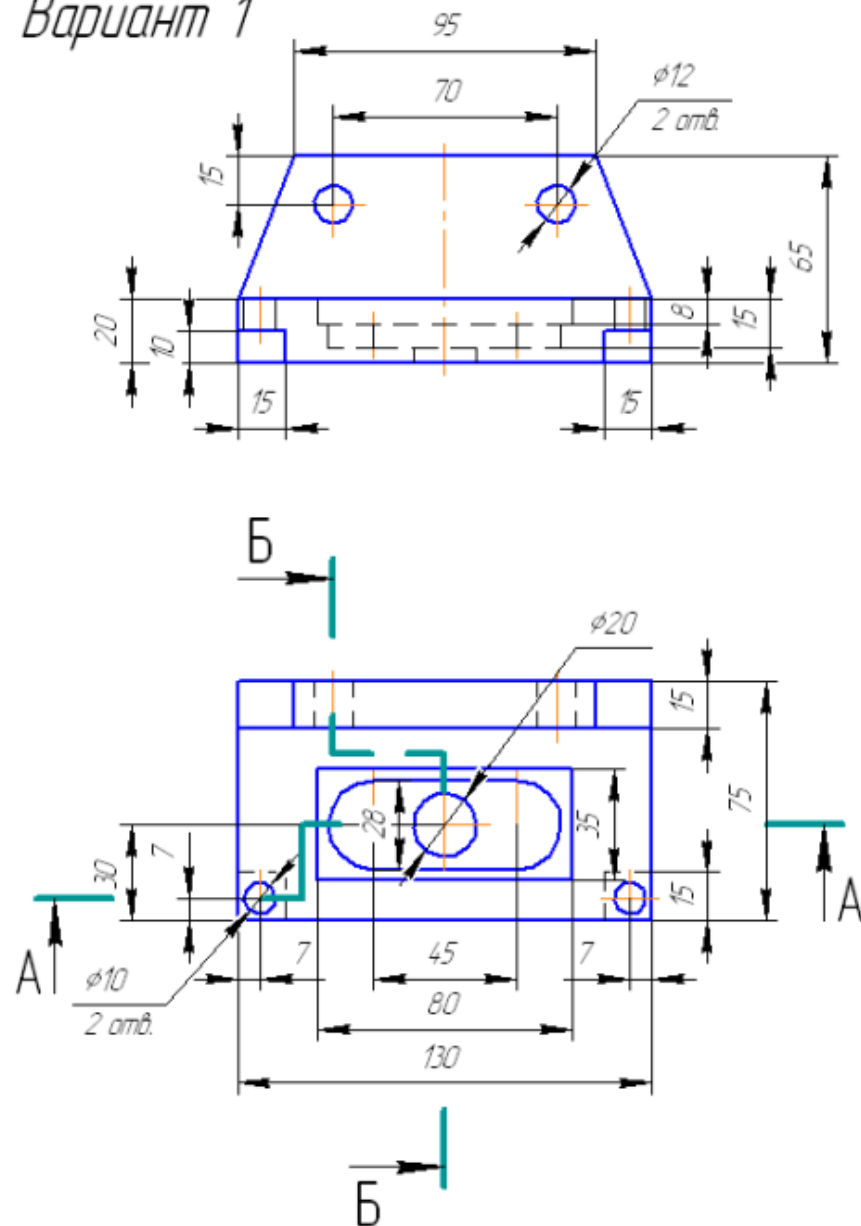
Цель: закрепить навыки создания чертежей в Autodesk Inventor.

Задание: создать твердотельную модель корпуса согласно индивидуального задания (табл. 12.1) и чертеж детали, содержащий вид сверху и два сложных разреза вместо главного и фронтального видов. Создать аксонометрию с вырезом в $\frac{1}{4}$.

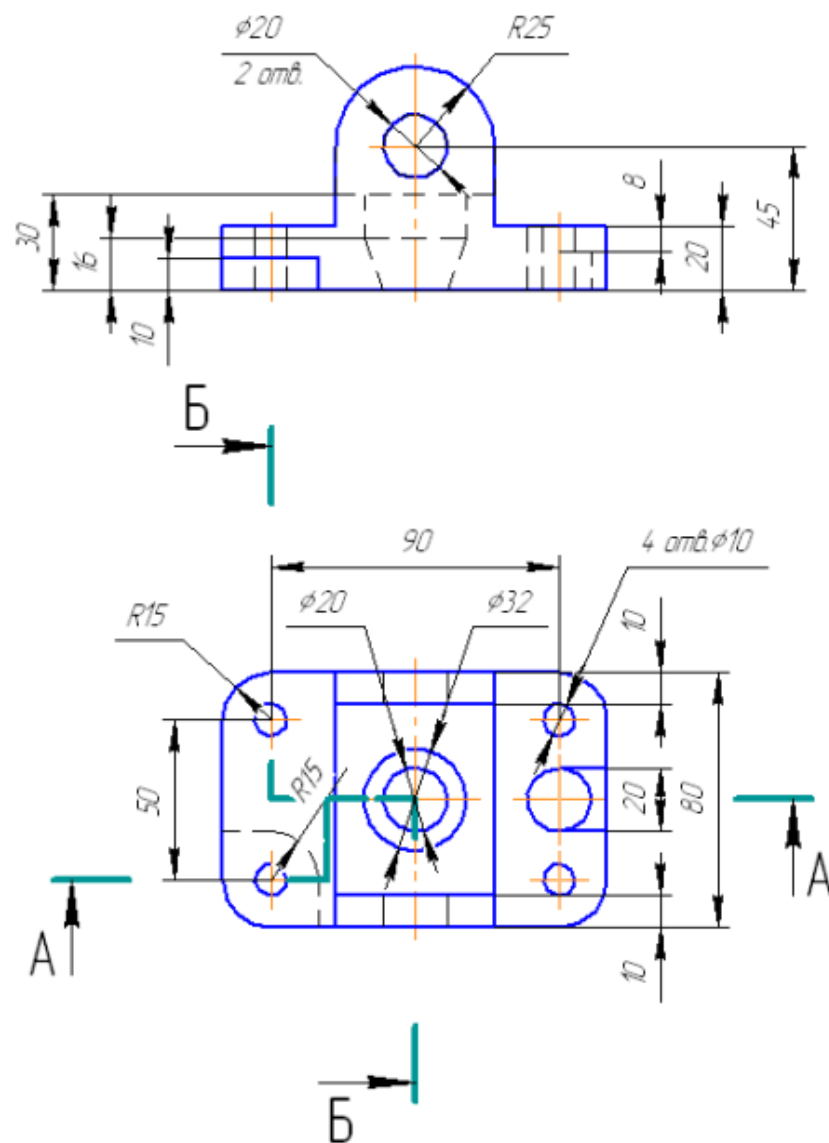
Содержание отчета: Титульный лист, основную часть с отражением процесса создания чертежа, выводы, сам чертеж на листе А4 с подписью исполнителя.

Таблица 12.1 – Варианты заданий к ЛР №12

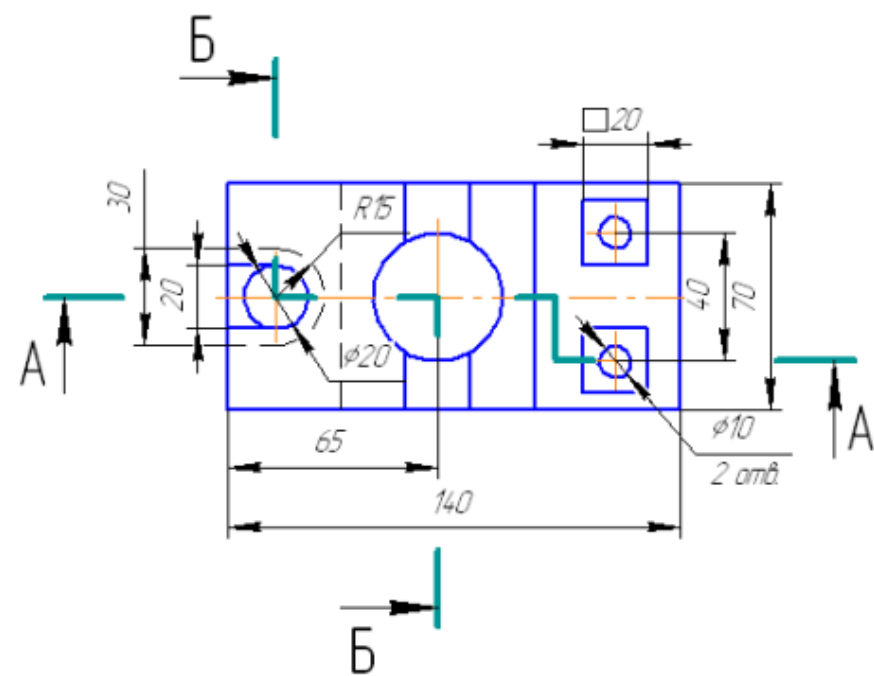
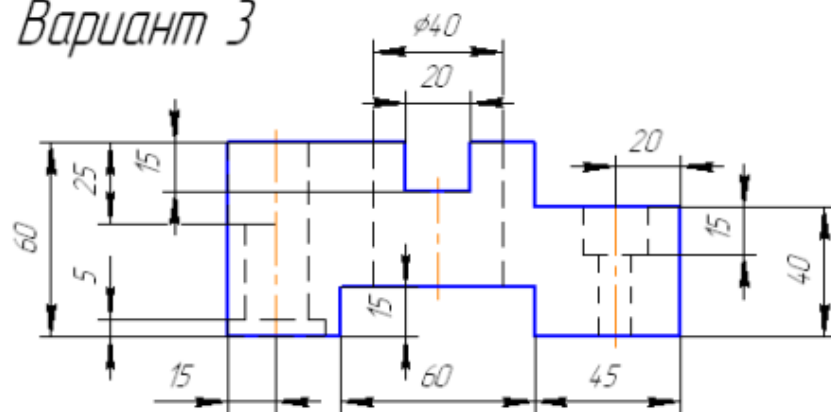
Вариант 1



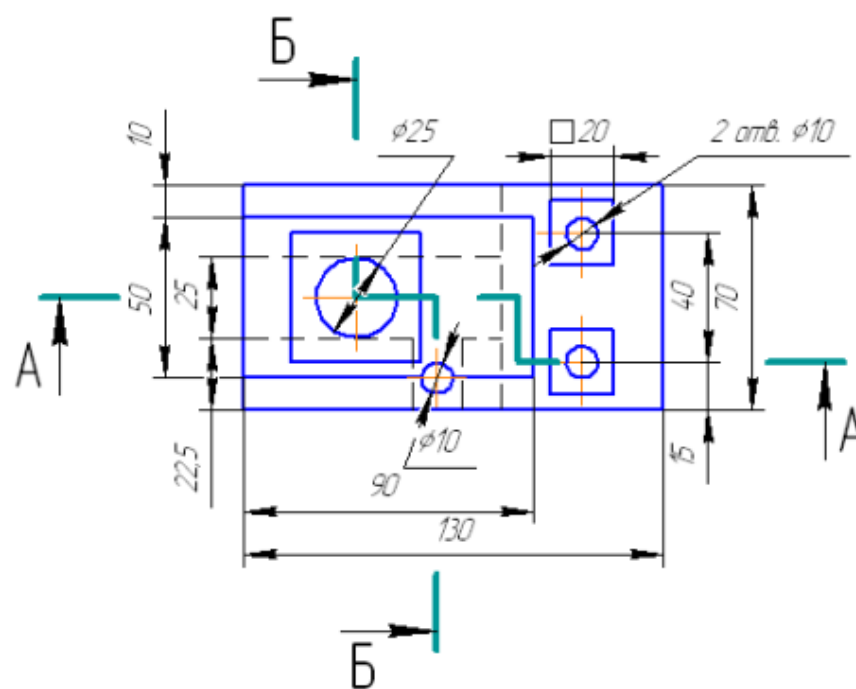
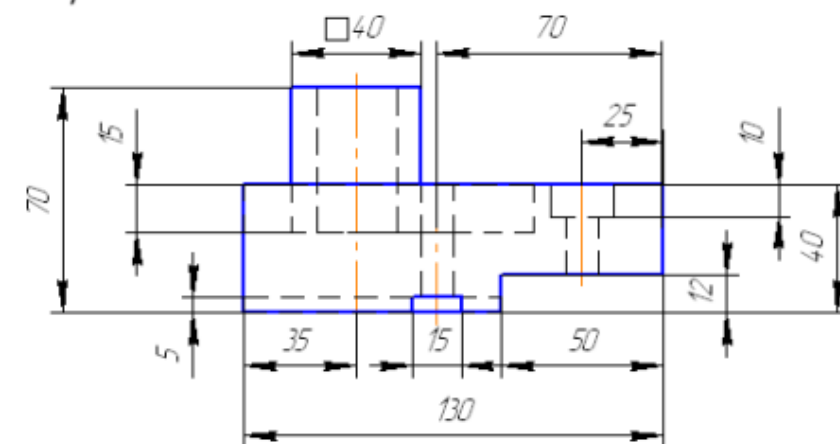
Вариант 2



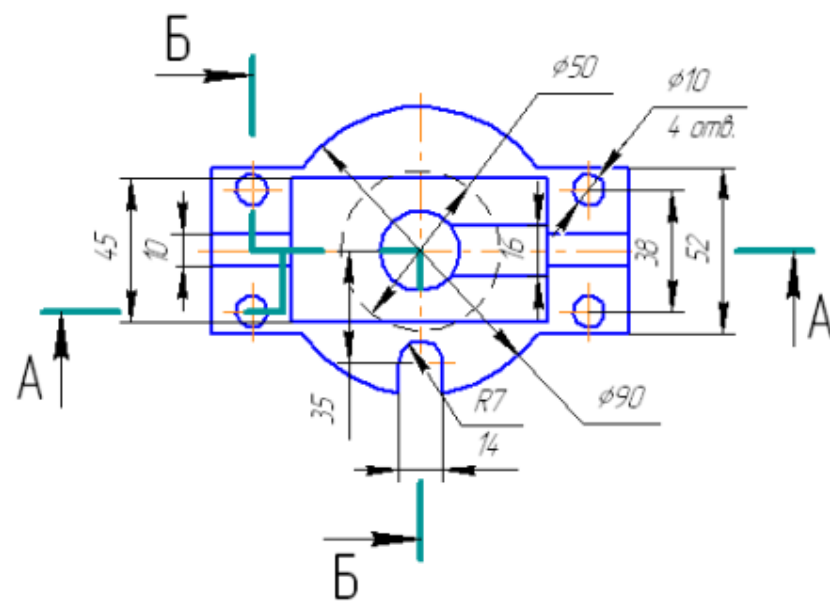
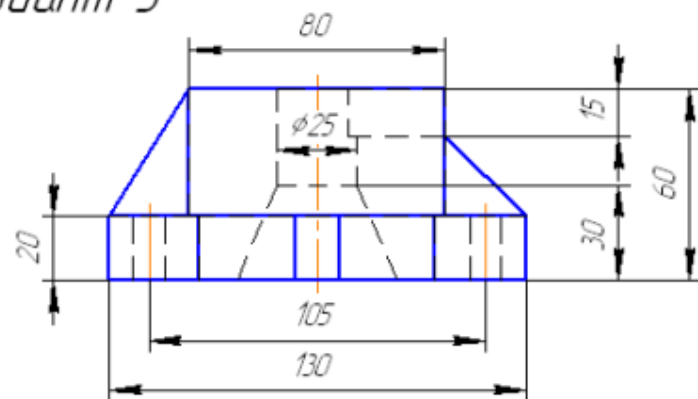
Вариант 3



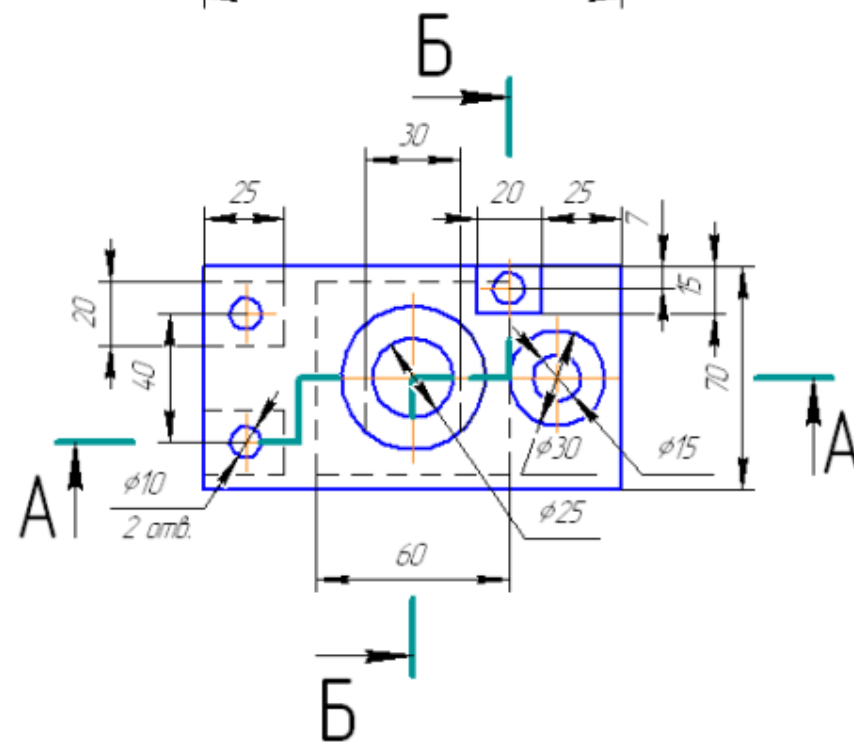
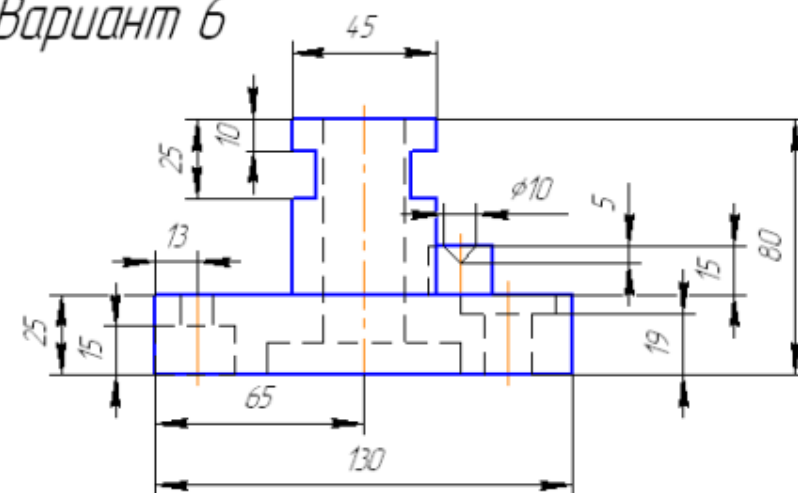
Вариант 4



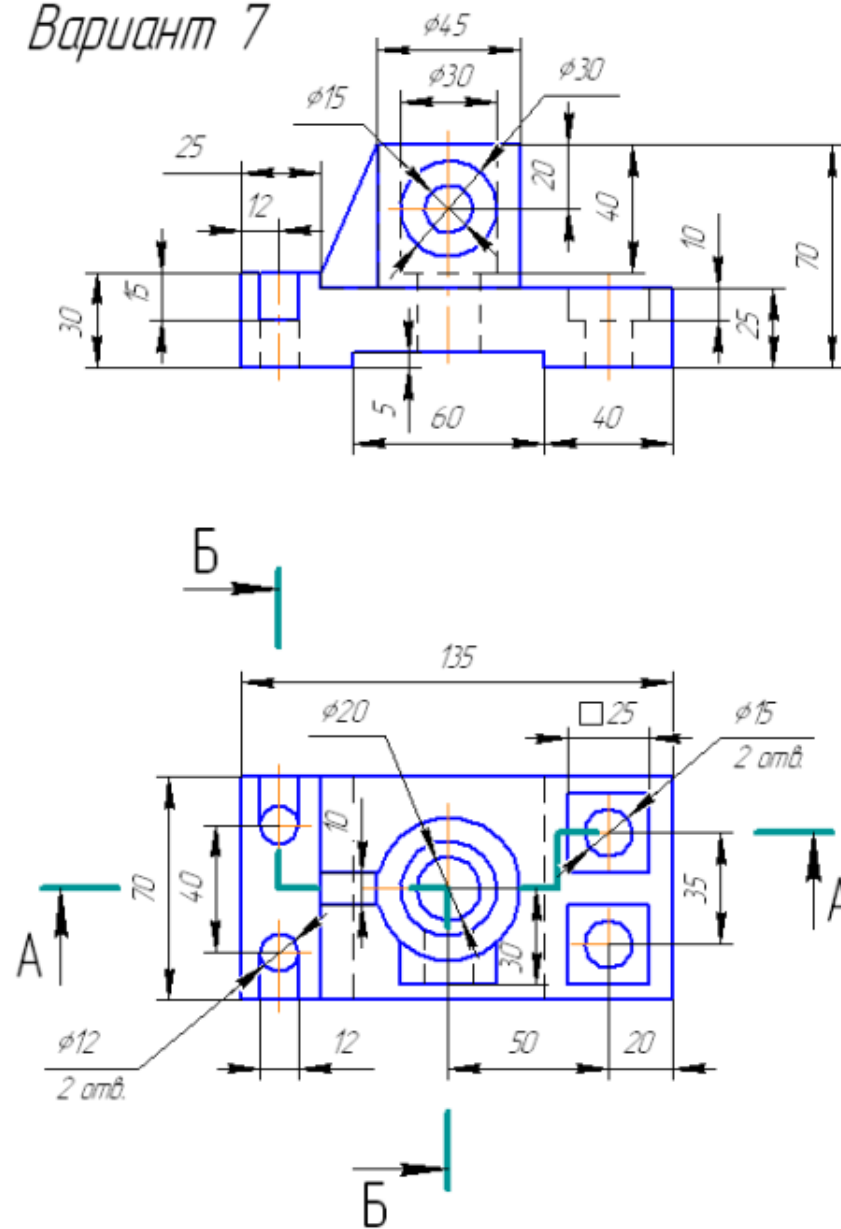
Вариант 5



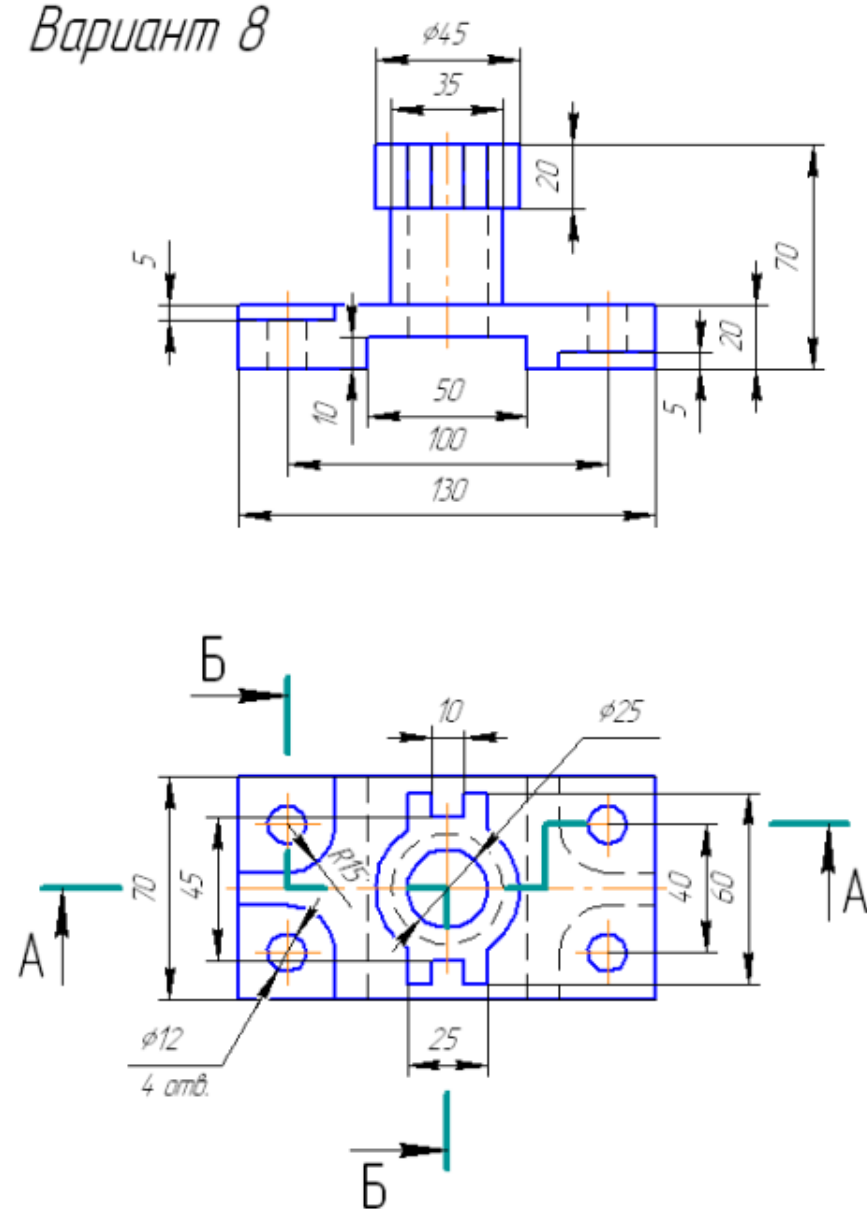
Вариант 6



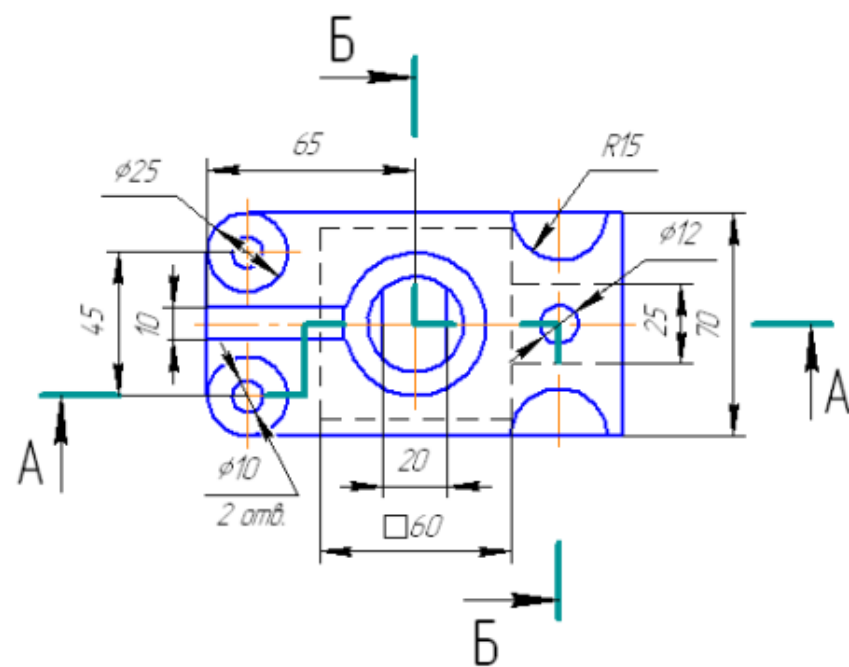
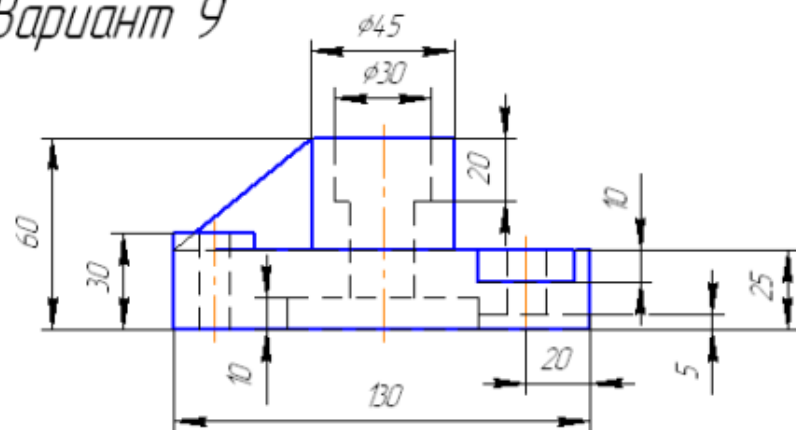
Вариант 7



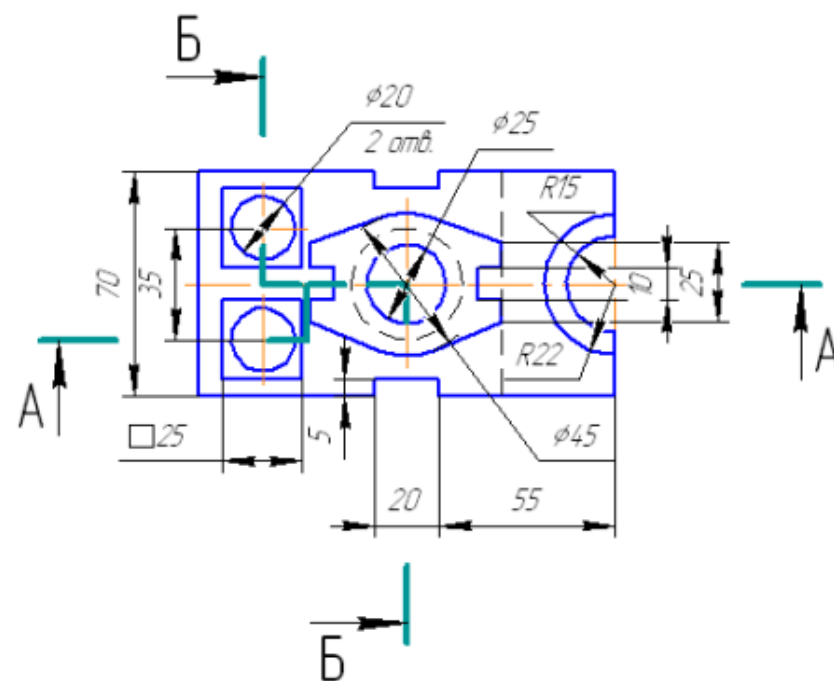
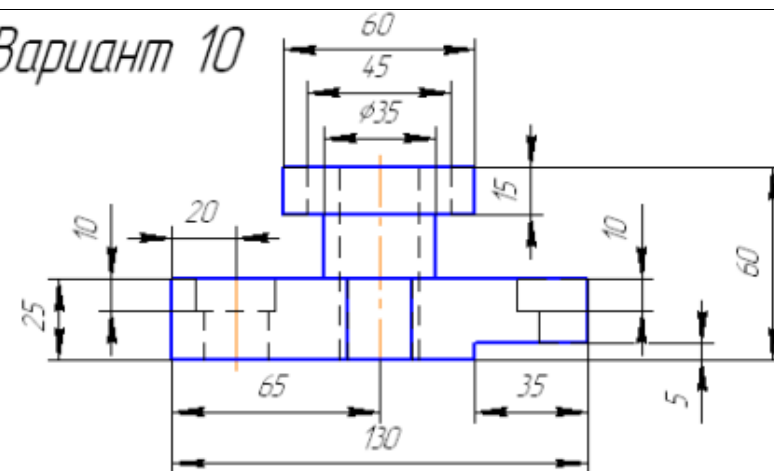
Вариант 8



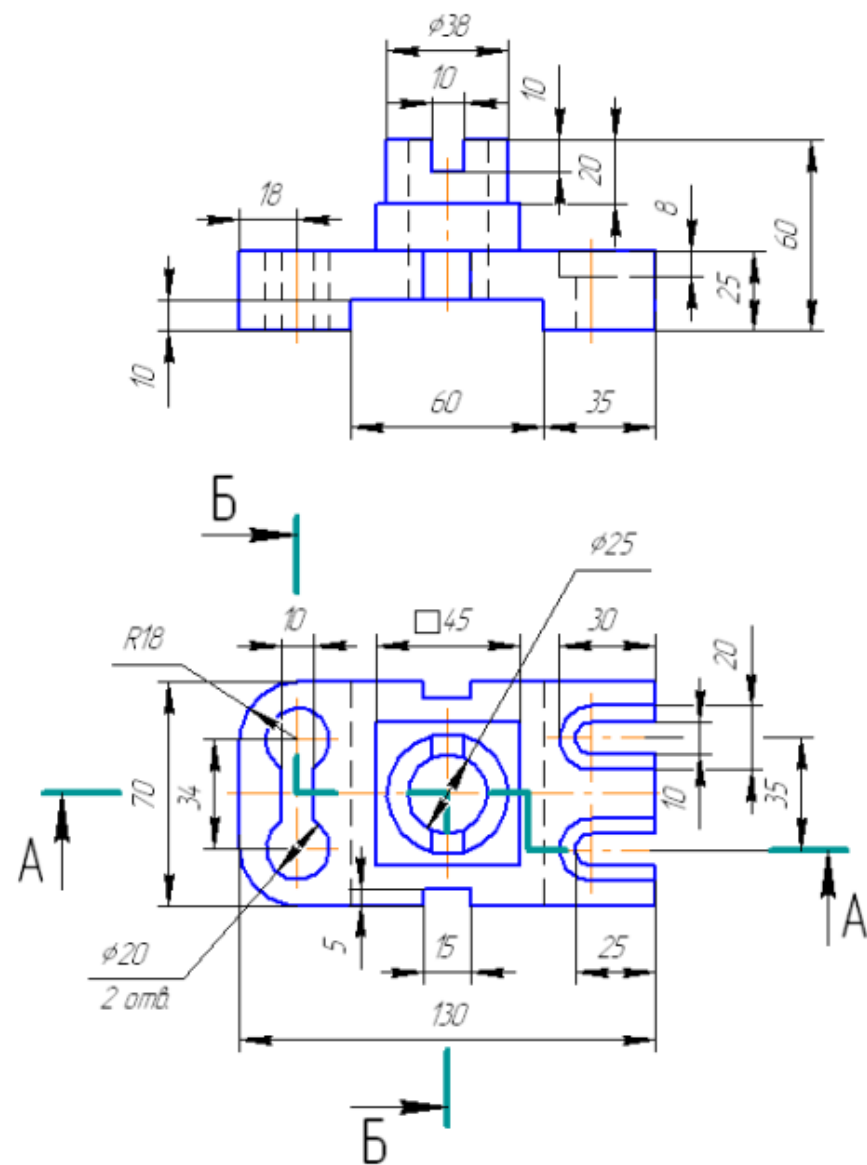
Вариант 9



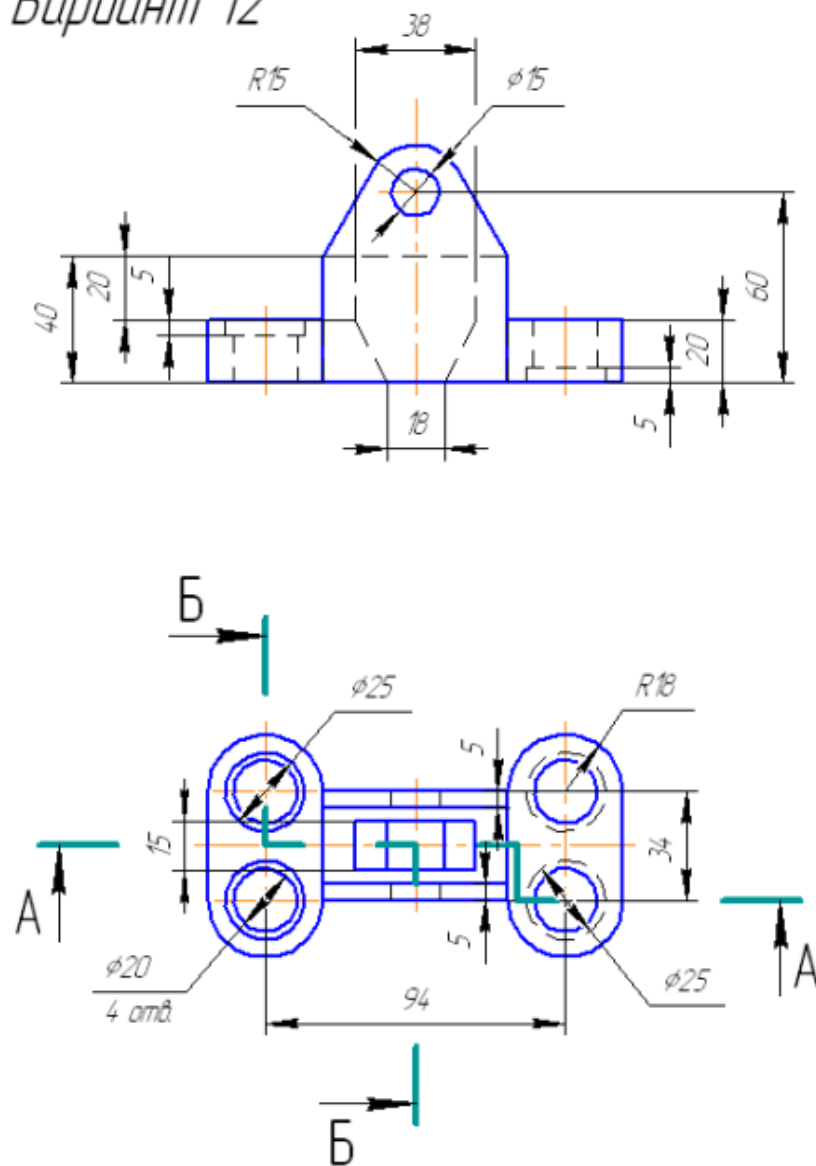
Вариант 10



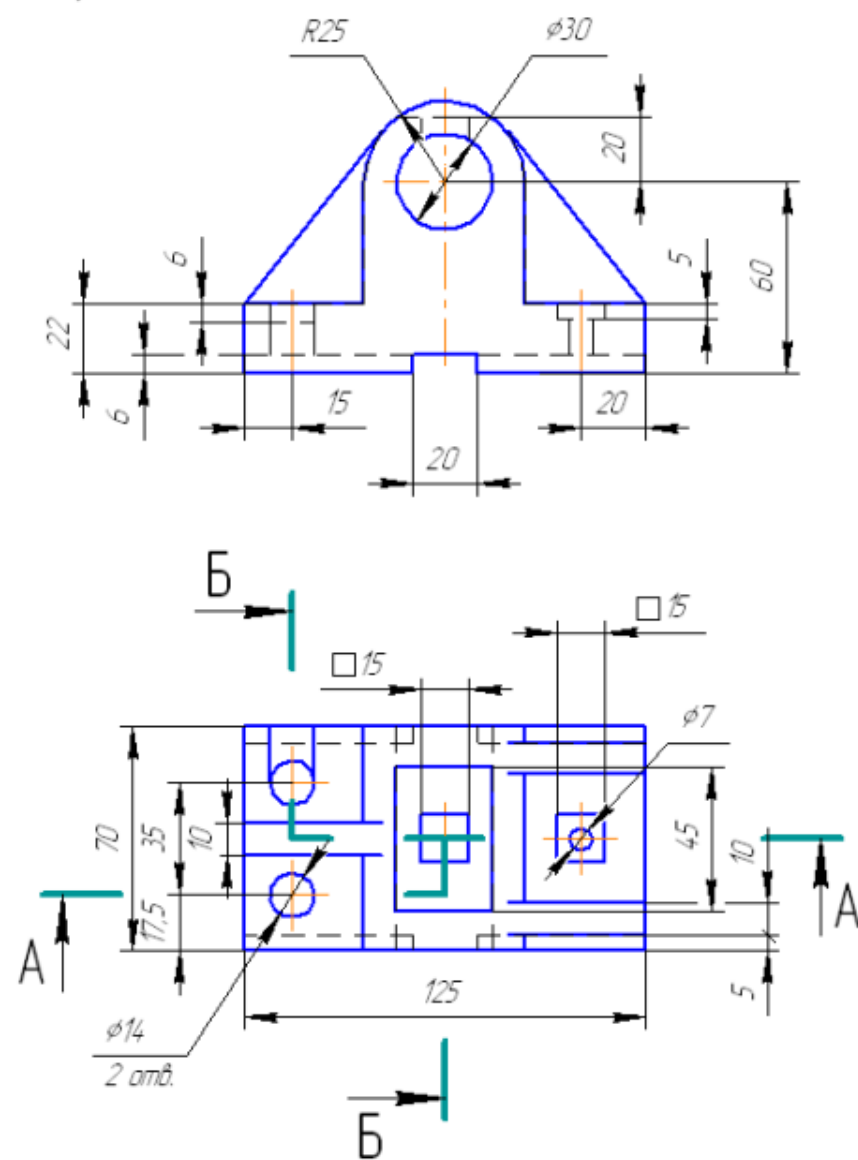
Вариант 11



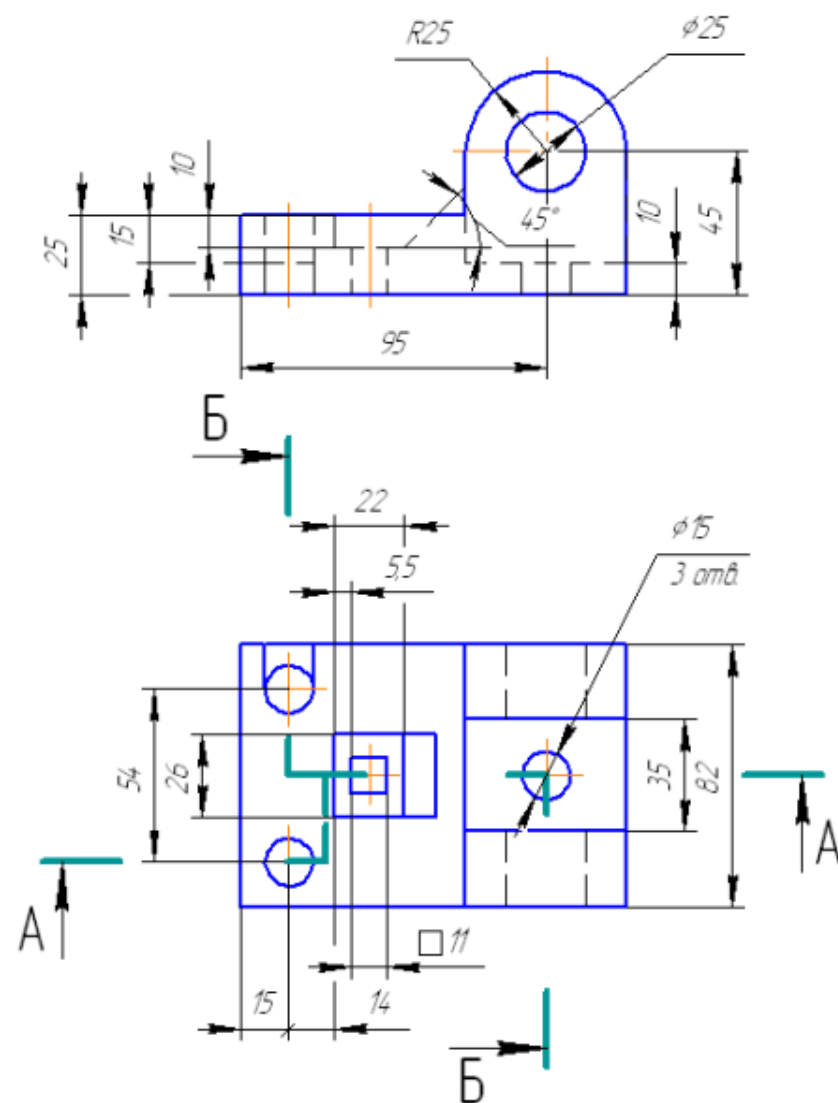
Вариант 12



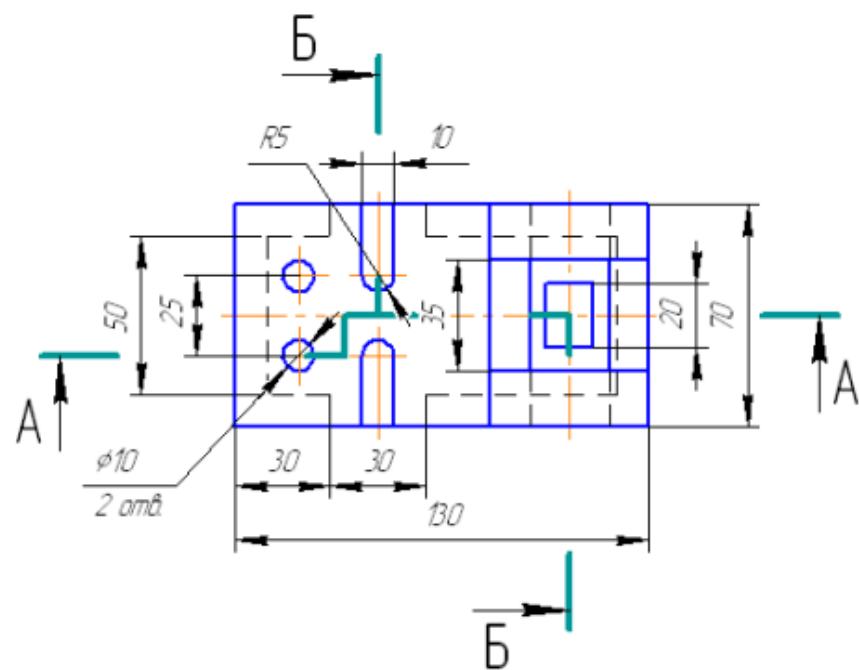
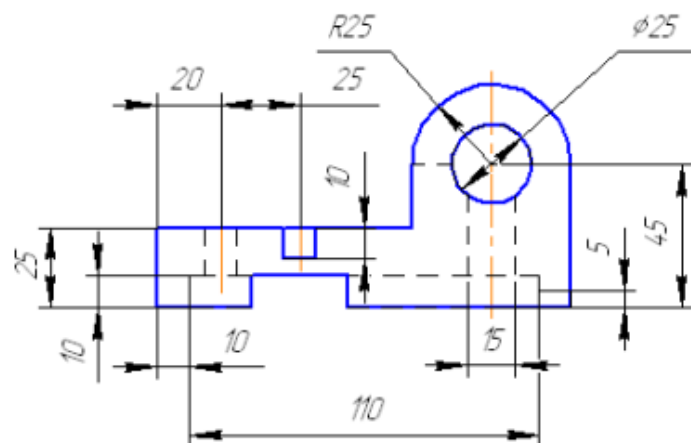
Вариант 13



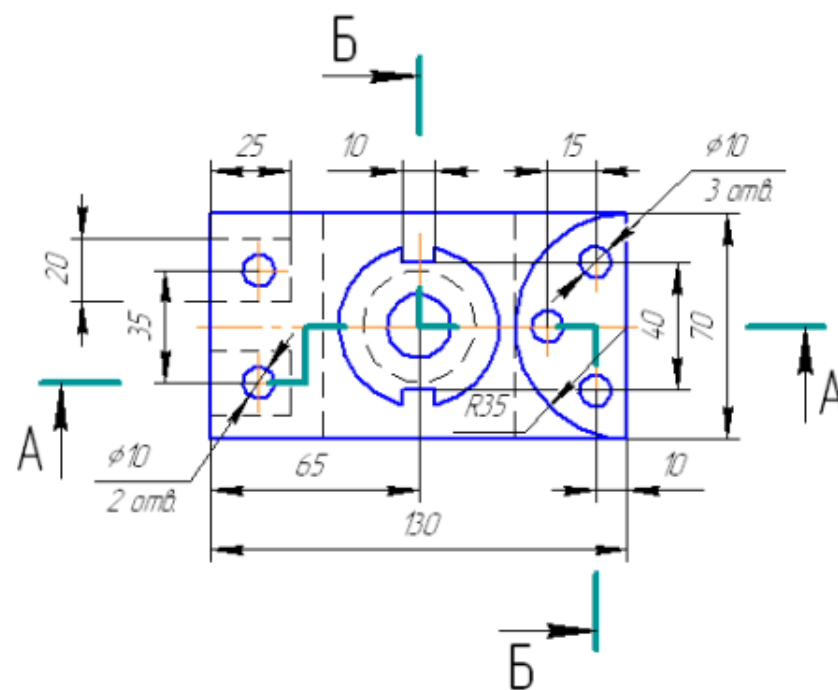
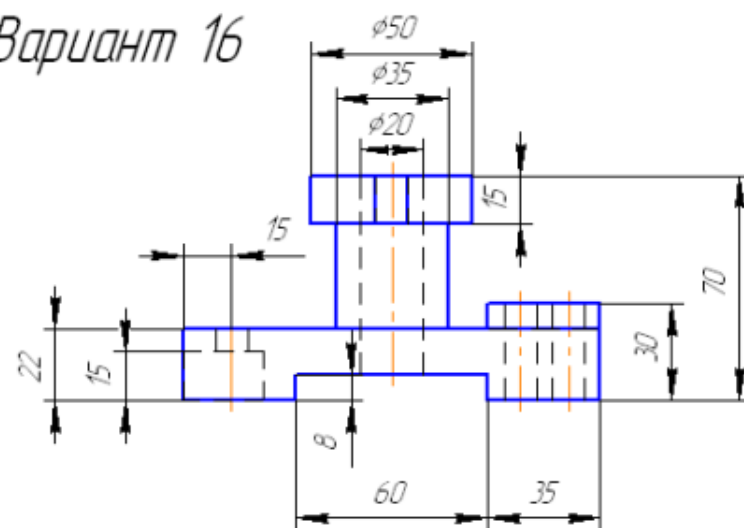
Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

РАБОТА СО СБОРКАМИ

Цель: научиться создавать сборки в Autodesk Inventor.

Задание: создать сборочную единицу или изделие согласно заданного преподавателем варианта.

Содержание отчета: титульный лист, задание, ход выполнения работы, готовая модель, выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

СОЗДАНИЕ СХЕМЫ СБОРКИ-РАЗБОРКИ

Цель: научиться создавать схему сборки-разборки в Autodesk Inventor.

Задание: создать схему сборки-разборки ранее созданной сборочной единицы или изделия (ЛР №13).

Содержание отчета: титульный лист, задание, ход выполнения работы, схема сборки-разборки, выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННОГО РОЛИКА

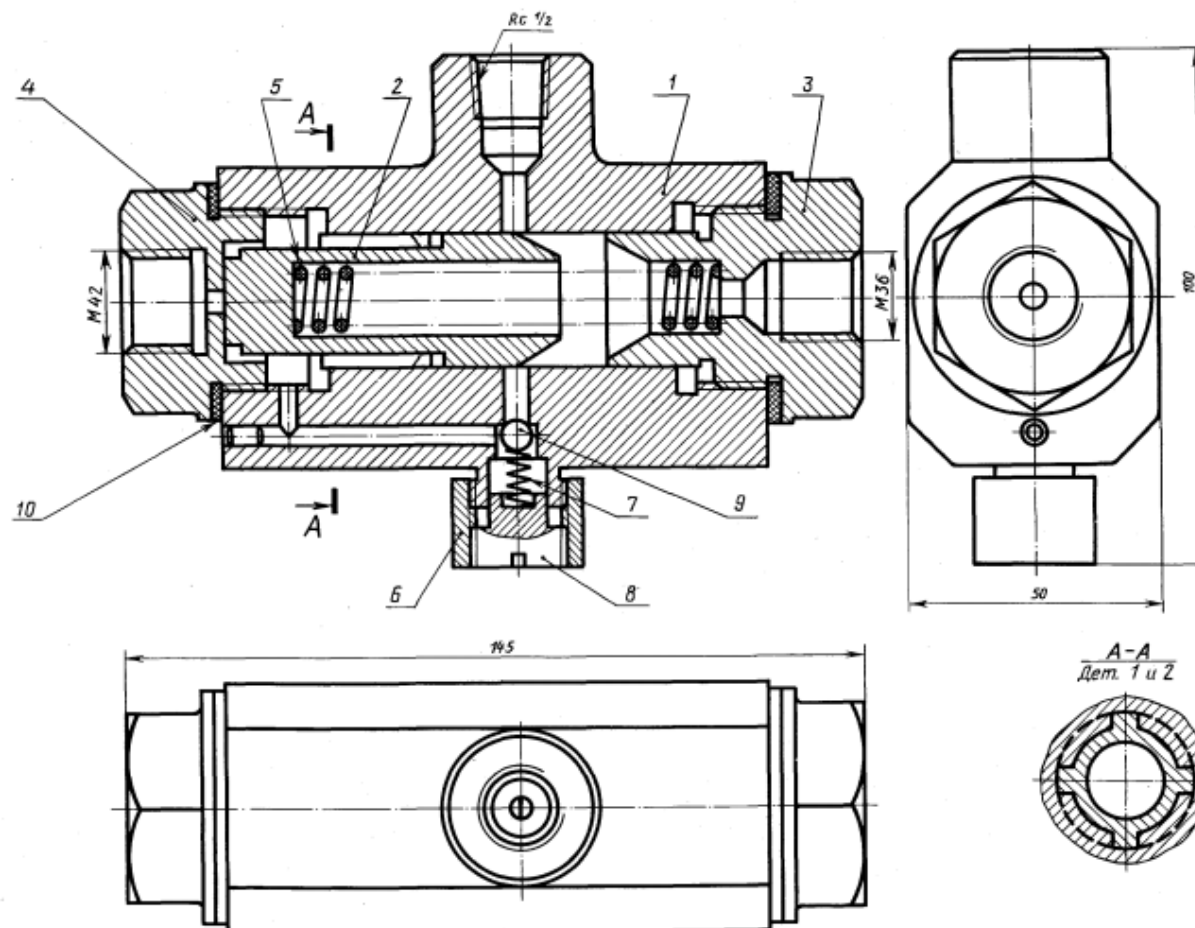
Цель: научиться создавать презентационный ролик сборки-разборки изделия.

Задание: создать презентационный ролик сборки-разборки ранее созданной сборочной единицы или изделия (ЛР №13).

Содержание отчета: титульный лист, задание, ход выполнения работы, Print Screen презентационного ролика сборки-разборки в момент воспроизведения, выводы.

Вариант 1

М400.53.00.00.СБ



A-A
Дет. 1 и 2

М400.53.00.00.СБ					Лит. Масса Масса		
Клапан распределительный					У 1:1		
Сборочный чертеж					Лист Листов 1		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Проект							
Конструктор							
Чертеж							
Принят							

1-е детализирование

53. КЛАПАН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			М400.53.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		М400.53.00.01	Корпус	1	
A4	2		М400.53.00.02	Плунжер	1	
A4	3		М400.53.00.03	Крышка	1	
A4	4		М400.53.00.04	Крышка	1	
A4	5		М400.53.00.05	Пружина	1	
A4	6		М400.53.00.06	Втулка	1	
A4	7		М400.53.00.07	Пружина	1	
A4	8		М400.53.00.08	Пробка	1	
A4	9		М400.53.00.09	Шарик	1	
				Материалы		
		10		Картон А1 ГОСТ 9347-74	2	

Распределительный клапан предназначен для соединения гидравлических цилиндров низкого и высокого давления в усилителях последовательного действия.

Под действием пружины поз. 5 плунжер поз. 2 поджимается к крышке поз. 4. Перпендикулярно центральному отверстию в корпусе поз. 1 расположено отверстие с обратным шариковым клапаном поз. 9. Масло из цилиндра низкого давления через резьбовое отверстие крышки поз. 3 поступает в полость корпуса поз. 1, далее через верхнее резьбовое отверстие — в приспособление (происходит предварительный захват обрабатываемой детали), а через обратный клапан и отверстия крышки поз. 4 в цилиндр высокого давления, пополняя утечки. Плунжер при этом несколько смещается вправо. Для окончательного зажима детали масло поступает из цилиндра высокого давления через продольные канавки под плунжер. Под давлением масла плунжер перемещается вправо, сжимая пружину. Конус плунжера плотно прилегает к конусному седлу крышки поз. 3, разделяя цилиндры низкого и высокого давления. Масло из цилиндра высокого давления через продольные канавки плунжера и верхнее резьбовое отверстие корпуса поступает в гидросистему приспособления и деталь зажимается.

Задание

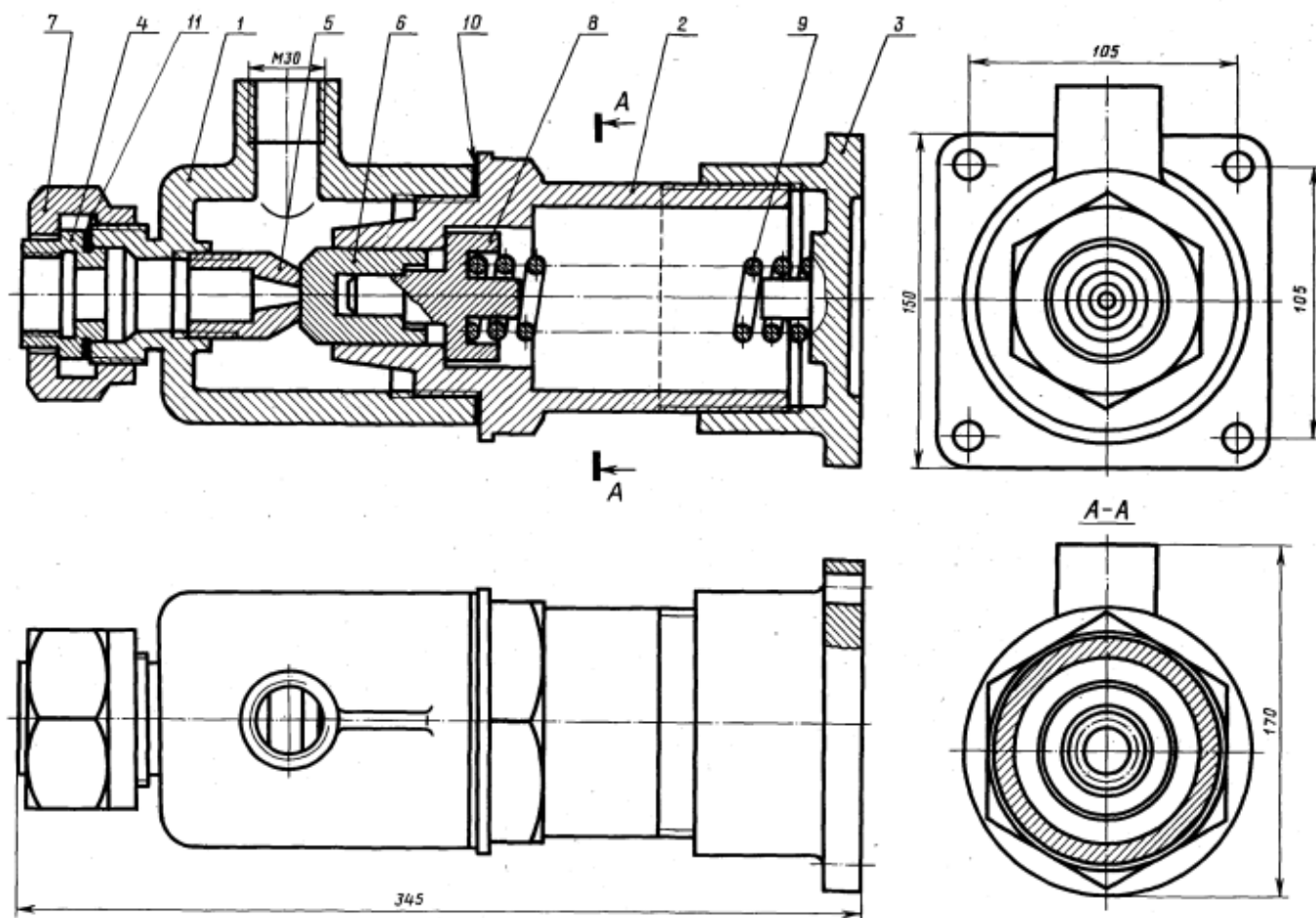
Выполнить чертежи деталей поз. 1...6.

Материал деталей поз. 1...4 — Сталь 25
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 6, 8, 9 — Сталь 45
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 5, 7 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на виде слева.
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Расскажите о назначении детали поз. 8.

93 00 00 5E 00 H W



				МЧ00.35.00.00.СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Клапан обратный			
Проект				Сборочный чертеж			
Конструктор				Лист	Масштаб	Лист	Листов
Чертеж				9	1:2		
Принят							

1-е доработание

35. КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Полное
A2			МЧ00.35.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		МЧ00.35.00.01	Корпус		
A3	2		МЧ00.35.00.02	Цилиндр		
A3	3		МЧ00.35.00.03	Крышка		
A4	4		МЧ00.35.00.04	Седло		
A4	5		МЧ00.35.00.05	Конус		
A4	6		МЧ00.35.00.06	Клапан		
A4	7		МЧ00.35.00.07	Гайка		
A4	8		МЧ00.35.00.08	Тарелка		
A4	9		МЧ00.35.00.09	Пружина		
				Материалы		
	10			Картон А 1	1	
	11			ГОСТ 9347-74		
				Картон А 1	1	
				ГОСТ 9347-74		

В гидравлических системах, где необходимо свободно пропускать жидкость только в одном направлении, применяют обратные клапаны.

Клапан имеет запорный элемент, состоящий из деталей поз. 6, 8, 9. Под действием избыточного давления жидкости, поступающей через отверстия в деталях поз. 4, 5, клапан поз. 6 отходит и пропускает жидкость в полость корпуса поз. 1 и далее в магистраль. При прекращении подачи жидкости обратно из полости корпуса поз. 1 пройти не может, так как пружина поз. 9 возвратит клапан поз. 6 в исходное положение.

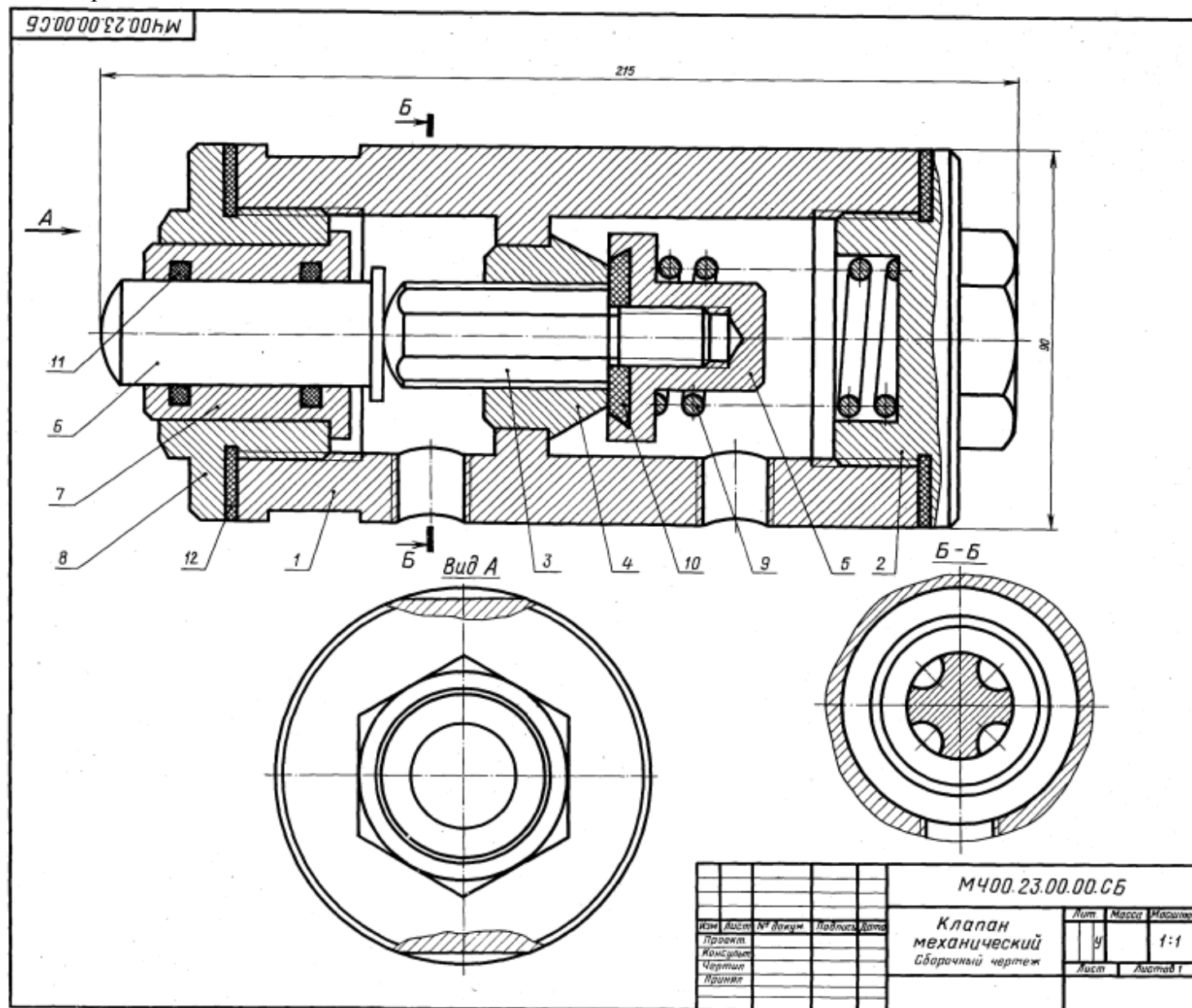
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8.
Материал деталей поз. 1 ... 3, 7 — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, деталей поз. 4 ... 6, 8 — Ст 5 ГОСТ 380—71, детали поз. 9 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые видны в круглом отверстии на виде сверху.
2. Имеются ли на данном чертеже местные разрезы?
3. Покажите контур детали поз. 2 на разрезе А—А.

Вариант 3



1-е детализирование

23. КЛАПАН МЕХАНИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Пол.	Обозначение	Наименование	Км.	Пункт
A2			M400.23.00.00.СБ	Документация		
				Клапан механический		
				Детали		
A3	1		M400.23.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.23.00.02	Крышка	1	
A4	3		M400.23.00.03	Шток	1	
A4	4		M400.23.00.04	Седло	1	
A4	5		M400.23.00.05	Клапан	1	
A4	6		M400.23.00.06	Толкатель	1	
A4	7		M400.23.00.07	Втулка	1	
A4	8		M400.23.00.08	Крышка	1	
A4	9		M400.23.00.09	Пружина	1	
A4	10		M400.23.00.10	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
		11		Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9633-73	2	
		12		Материалы		
				Кожа 3 ГОСТ 20836-75	1	

Механический клапан предназначен для автоматических установок, расширяющих смазочно-охлаждающие жидкости.

Клапан состоит из корпуса поз. 1, разделенного на две полости, в одну из которых поступает сжатый воздух.

При перемещении толкателя поз. 6 вправо он давит на шток поз. 3, отодвигая клапан поз. 5. Сжатый воздух проходит через клапан по продольным пазам штока к расширяющему устройству.

При снятии нагрузки с толкателя клапан, шток и толкатель возвращаются в первоначальное положение под действием пружины поз. 9. В результате этого клапан прижимается к седлу поз. 4, закрывая проход воздуха.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5, 7.

Материал деталей поз. 1, 6, 7 — Ст 5 ГОСТ 380—71, деталей поз. 3 ... 5 — Бр04Ц7С5 ГОСТ 613—79, деталей поз. 2, 8 — Сталь 35 ГОСТ 4543—71, детали поз. 9 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько продольных пазов в детали поз. 3?
2. На каких изображениях видна деталь поз. 4?
3. Через какое отверстие сжатый воздух поступает в канавки штока поз. 3?

Формат	Зона	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.19.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
A3	1		M400.19.00.01	Детали Корпус	1	
A4	2		M400.19.00.02	Крышка	1	
A4	3		M400.19.00.03	Ниппель	1	
A4	4		M400.19.00.04	Гайка	1	
A4	5		M400.19.00.05	Штуцер	1	
A4	6		M400.19.00.06	Шарик	1	
A4	7		M400.19.00.07	Направляющая	1	
A4	8		M400.19.00.08	Пружина	1	
	9			Материалы		
	10			Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	
				Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	

Обратный осевой клапан предназначен для предохранения газопроводной сети с горючим газом от случайного попадания в нее воздуха. При падении давления клапан перекрывает газопровод, исключая возможность обратного тока газа (от потребителя) и предотвращая образование в газопроводе взрывоопасной газокислородной смеси.

Клапан закрепляют в газопроводной сети при помощи накидной гайки поз. 4 и штуцера поз. 5. При работе горючий газ поступает под давлением в обратный сетевой клапан со стороны ниппеля поз. 3. Газ давит на шарик поз. 6 и, преодолевая усилие пружины поз. 8, отжимает его от конического отверстия корпуса поз. 1. В образовавшееся отверстие газ проходит в газопроводную сеть через штуцер.

В случае взрыва газокислородной смеси в сети газопровода за клапаном образуется повышенное давление, которое, действуя в обратном направлении, через штуцер поз. 5 на шарик поз. 6 прижимает его к коническому отверстию корпуса, исключая возможность проникновения взрывоопасной смеси к баллону с горючим газом.

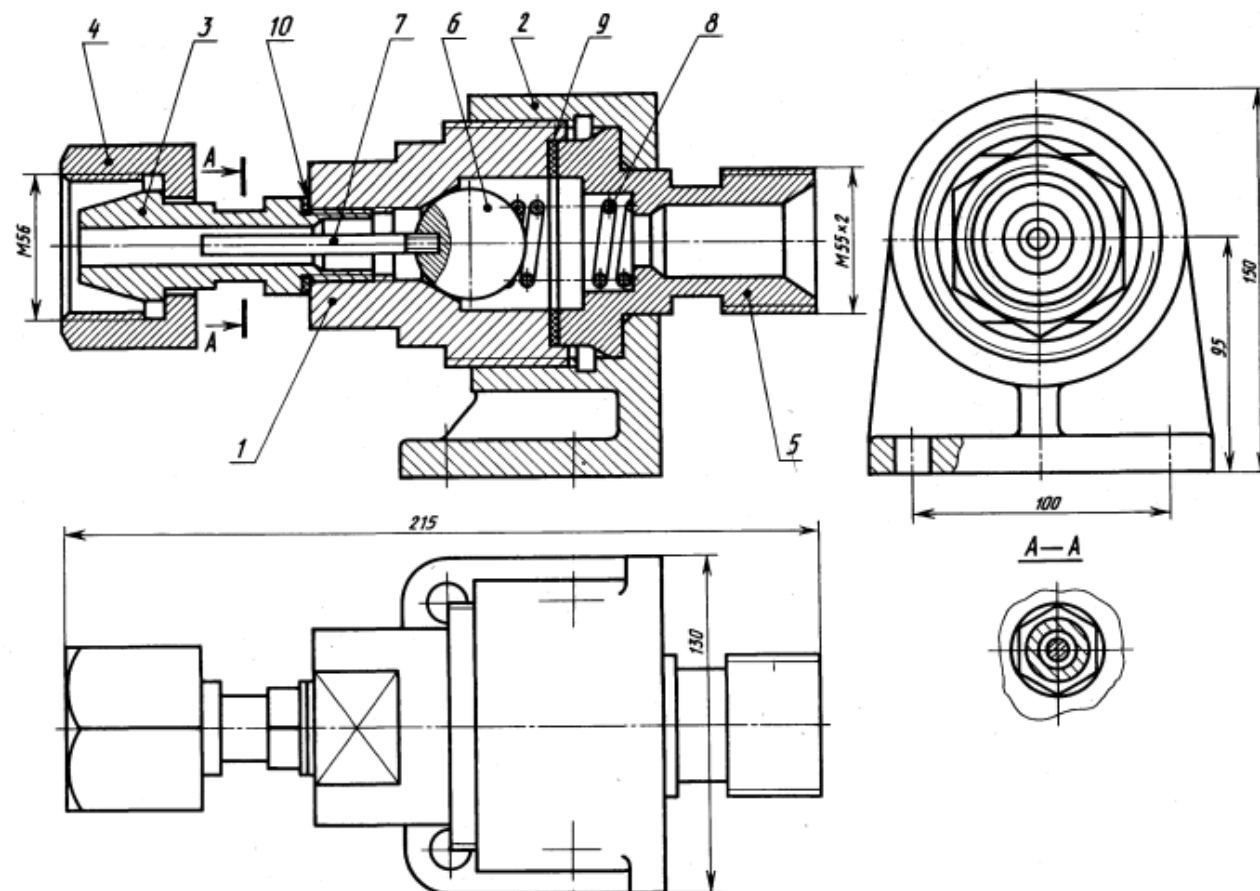
Задание

Выполнить чертежи детали поз. 1 ... 5.
Материал деталей поз. 1 ... 7 — Отливка 20Л1-1
ГОСТ 977—75, детали поз. 8 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение детали поз. 4?
2. Покажите контур детали поз. 1.
3. Назовите все детали, которые будут видны при взгляде на клапан справа.

M400.19.00.00.CB



M400.19.00.00.CB					
Клапан сетевой обратный					
Сборочный чертеж					
Изм.	Лист	М. докум.	Листов	Дата	Лит.
Проект					у
Консульт.					1:2
Чертеж					Лист
Принят					Листов 1

Вариант 5

17. КЛАПАН ПУСКОВОЙ

1-е детализирование

Формат	Этап	Пл.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.17.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.17.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.17.00.02	Ниппель	1	
A3	3		M400.17.00.03	Клапан	1	
A3	4		M400.17.00.04	Колпак	1	
A4	5		M400.17.00.05	Пружина	1	
A4	6		M400.17.00.07	Гайка	1	
				Материалы		
				Кож. 3	4	
				ГОСТ 20836—75		

Пусковой автоматический клапан дизеля открывается под давлением сжатого воздуха. Клапан поз. 3 пружинной поз. 5 плотно прижат к торцу корпуса поз. 1. Ниппель поз. 2 зажат между корпусом и колпак поз. 4 и уплотнен прокладками поз. 7.

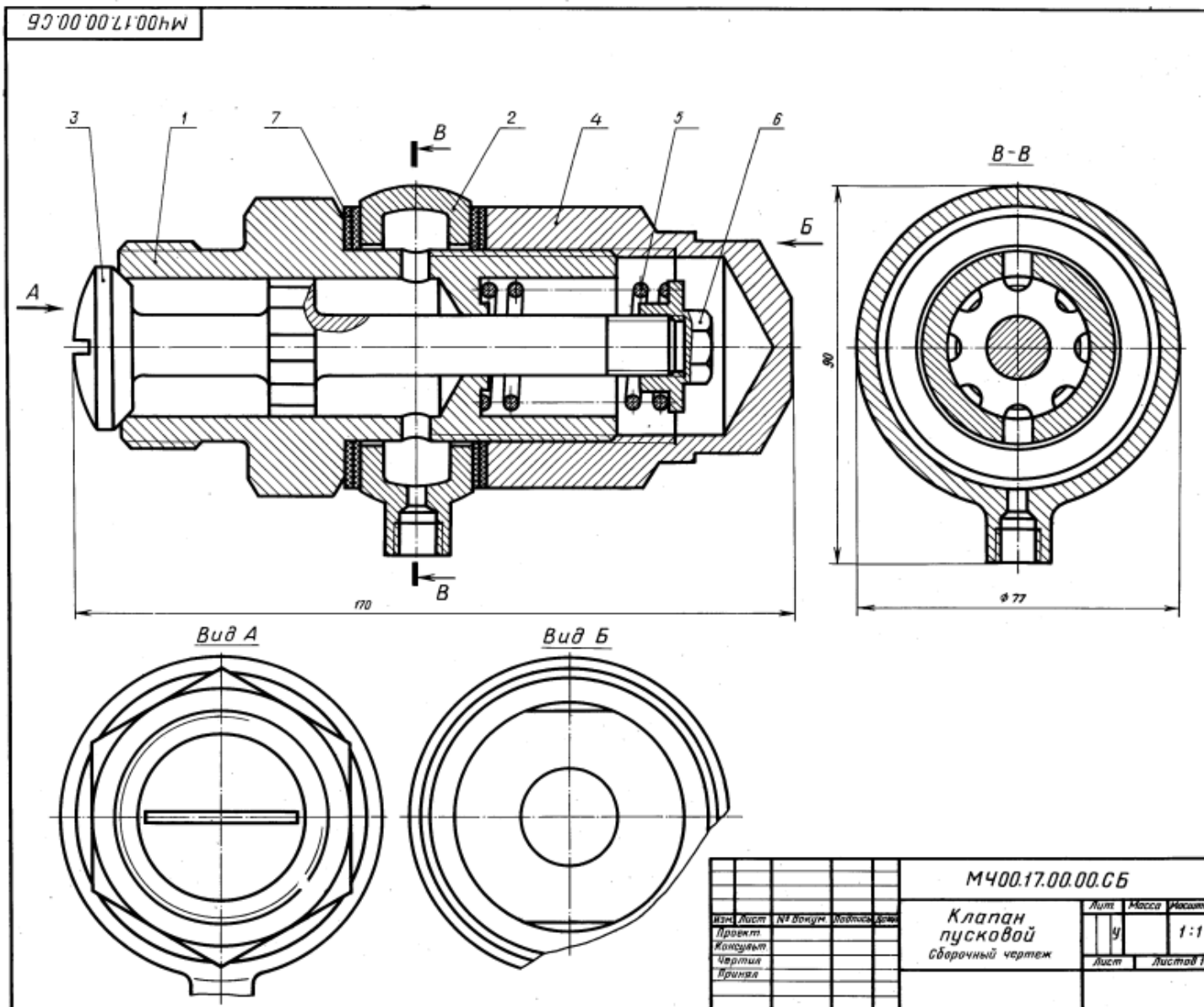
При пуске дизеля сжатый воздух от воздухораспределителя поступает через резьбовое отверстие ниппеля в полость корпуса и проходит через продольные канавки на стержне клапана. Под давлением сжатого воздуха клапан преодолевает силу сопротивления пружины и открывается. Как только подача воздуха прекратится, пружина поз. 5 прижимает клапан поз. 3 к торцу корпуса поз. 1.

Задание

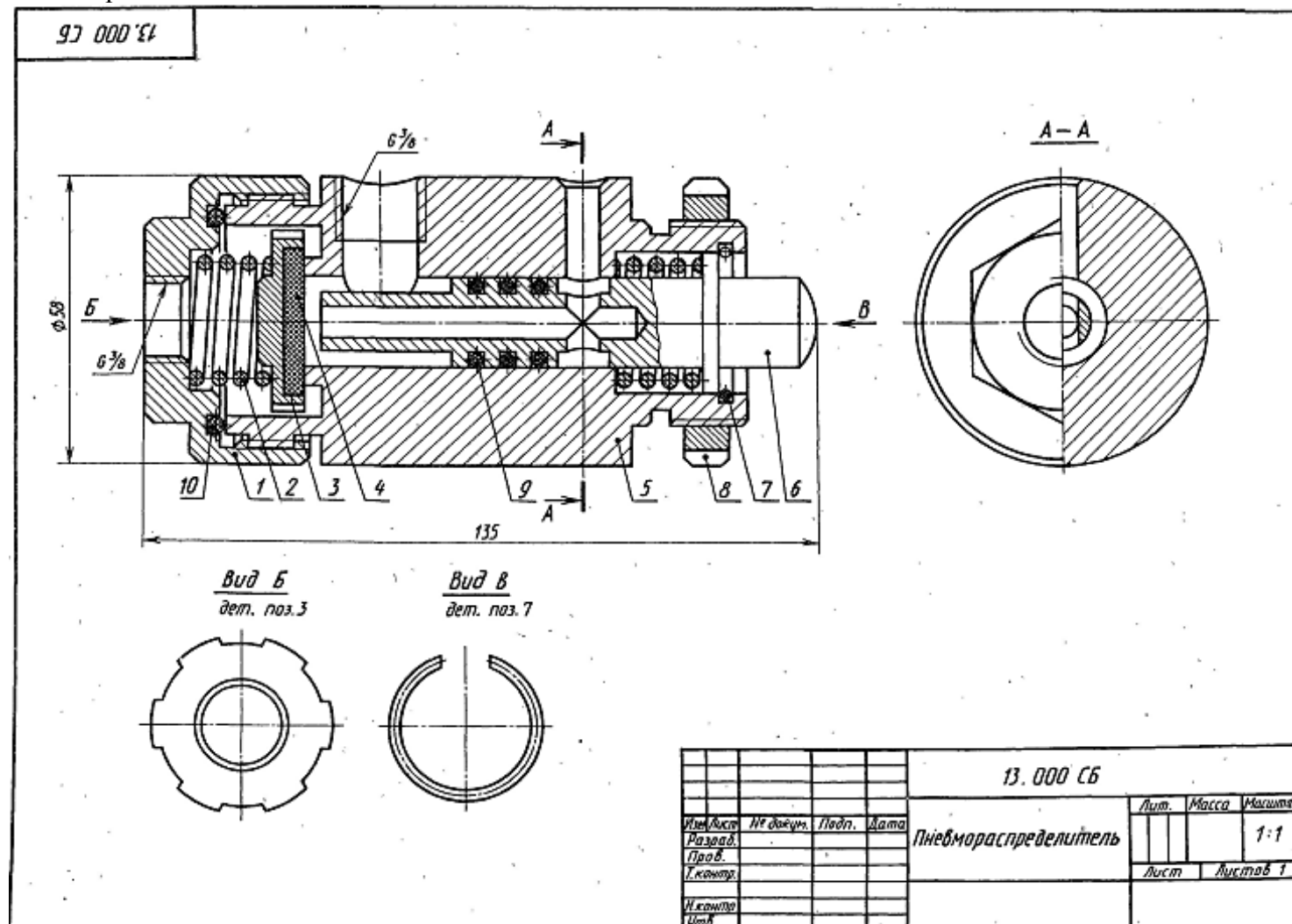
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, 6.
Материал деталей поз. 1 ... 4, 6 — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, детали поз. 5 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько продольных канавок на стержне клапана поз. 3?
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Как попадает сжатый воздух из ниппеля поз. 2 в полость корпуса поз. 1?



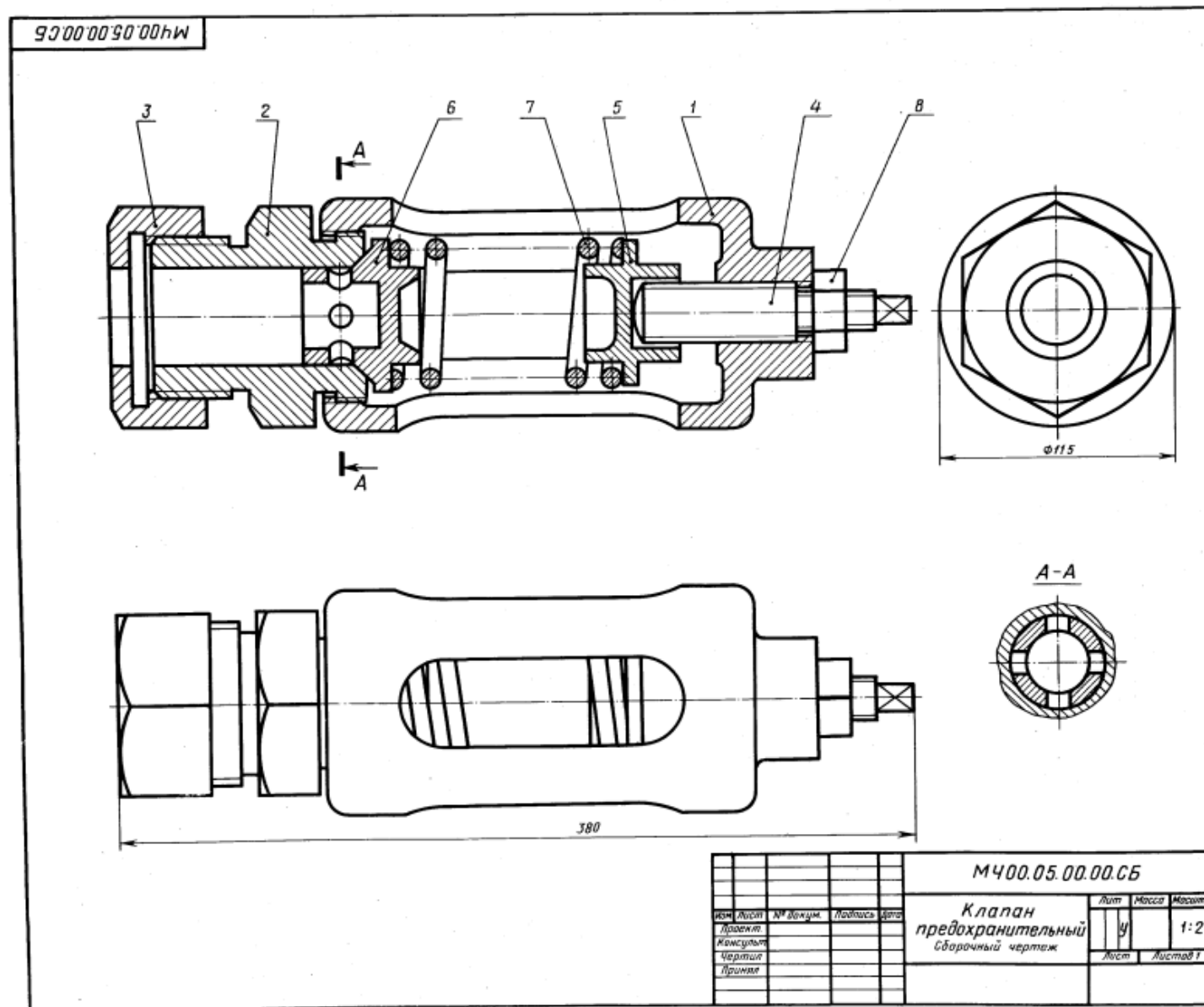
Вариант 6



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.
		Документация	
	13.000 СБ	Сборочный чертеж	
	13.000 ТО	Техническое описание	
		Детали	
1	13.001	Крышка	1
2	13.002	Пружина $d = 2$; $n = 4$; $H_0 = 16$	2
3	13.003	Клапан	1
4	13.004	Прокладка клапана	1
5	13.005	Корпус	1
6	13.006	Золотник	1
7	13.007	Кольцо замковое	1
		Стандартные изделия	
8		Гайка М33×2 ГОСТ 11871—80	1
9		Кольцо 013-018-30 ГОСТ 983-3—73	3
10		Кольцо 038-046-46 ГОСТ 983-3—73	1

Пневмораспределитель направляет воздух к различным рабочим органам. Воздух под давлением подается через отверстие А в крышке (см. схему). Под действием пружины и давления воздуха клапан 3 плотно прилегает к выступу корпуса. При нажатии золотника 6 на клапан 3 последний открывается и воздух поступает в полость Б и далее в рабочую камеру. При опускании золотника последний под действием пружины возвращается в первоначальное положение, клапан 3 закрывает отверстие корпуса и доступ воздуха в рабочую зону прекращается. Отработавший воздух из рабочей зоны выходит в атмосферу через отверстие в золотнике и отверстие В в корпусе.

Вариант 7



1-е детализирование

05. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Лист	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Планирование
А2			МЧ00.05.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
А3				Детали		
				Корпус	1	
				Седло	1	
				Гайка	1	
				Винт	1	
				Опора	1	
				Клапан	1	
А4				Пружина	1	
				Стандартные изделия		
				Гайка М24.5	1	
				ГОСТ 5915-70		

Предохранительный клапан устанавливают в трубопроводах, системах управления и регулирования для сброса избыточного давления жидкостей или пара. Клапан регулируют на определенное давление винтом поз. 4, который фиксируется гайкой поз. 8.

При увеличении давления выше нормы жидкость или пар давят на клапан поз. 6, который, сжимая пружину поз. 7, перемещается вправо. При этом жидкость или пар выходят через отверстия клапана и корпуса поз. 1.

При падении давления жидкости или пара пружина перемещает клапан в исходное положение. Для обеспечения хорошей герметичности поверхность клапана притирается к седлу поз. 2.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.
Материал деталей поз. 2, 3 — Отливка 15Л-1 ГОСТ 977-75, детали поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 1 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, детали поз. 4 ... 6 — Ст5 ГОСТ 380-71.

Ответьте на вопросы:

1. На каких изображениях видна деталь поз. 7?
2. Какое назначение детали поз. 4?
3. Сколько отверстий в детали поз. 6?

Вариант 8

2-е детализирование

02. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПОДАЧИ ТОПЛИВА

Формат	Зона	Пл.	Обозначение	Наименование	Код	Прим.
A2			M400.02.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.02.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.02.00.02	Штуцер	2	
A3	3		M400.02.00.03	Седло	3	
A3	4		M400.02.00.04	Игла	4	
A4	5		M400.02.00.05	Клапан	5	
A4	6		M400.02.00.06	Втулка	6	
A4	7		M400.02.00.07	Крышка	7	
A4	8		M400.02.00.08	Шайба	8	
A4	9		M400.02.00.09	Шайба	9	
A4	10		M400.02.00.10	Шайба	10	
A4	11		M400.02.00.11	Шайба уплотнительная	11	
A4	12		M400.02.00.12	Пружина	12	
A4	13		M400.02.00.13	Маховичок	13	
A4	14		M400.02.00.14	Кольцо	14	
	15			Стандартные изделия Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	1	

Выключатель служит для проверки подачи топлива в цилиндры дизеля. Это приспособление устанавливается между секцией топливного насоса и форсункой.

Для выключения подачи топлива вращают маховичок поз. 13. Игла поз. 4, действуя на клапан поз. 5, сжимает пружину поз. 12, при этом топливо проходит через отверстия деталей поз. 6, 3, 2 и через нижнее резьбовое отверстие корпуса поз. 1 выходит наружу и собирается в мерный стакан (на чертеже не показан). Расход топлива, подаваемого поочередно в цилиндры дизеля, измеряют с помощью специальных устройств (на чертеже не показаны).

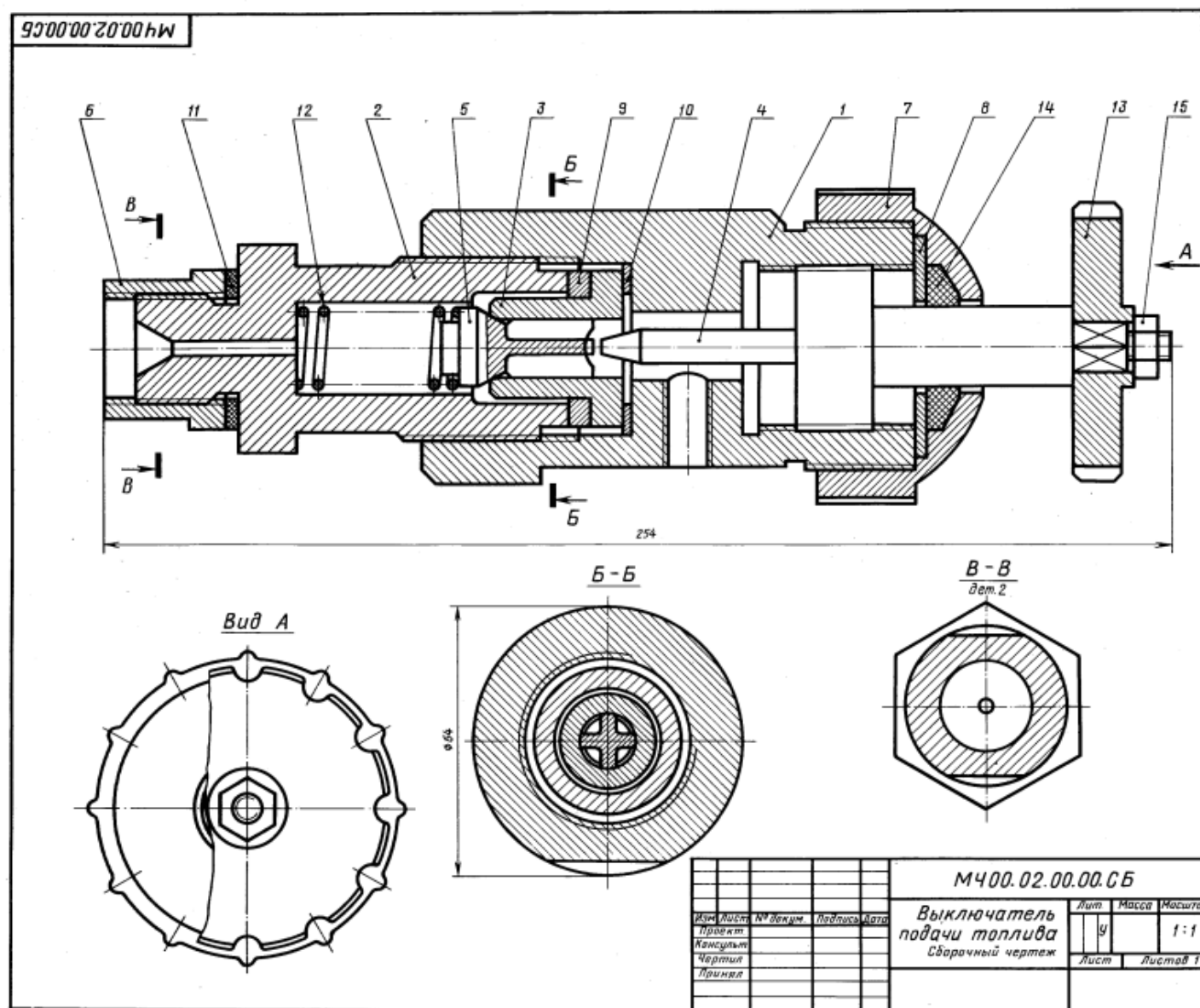
Задание

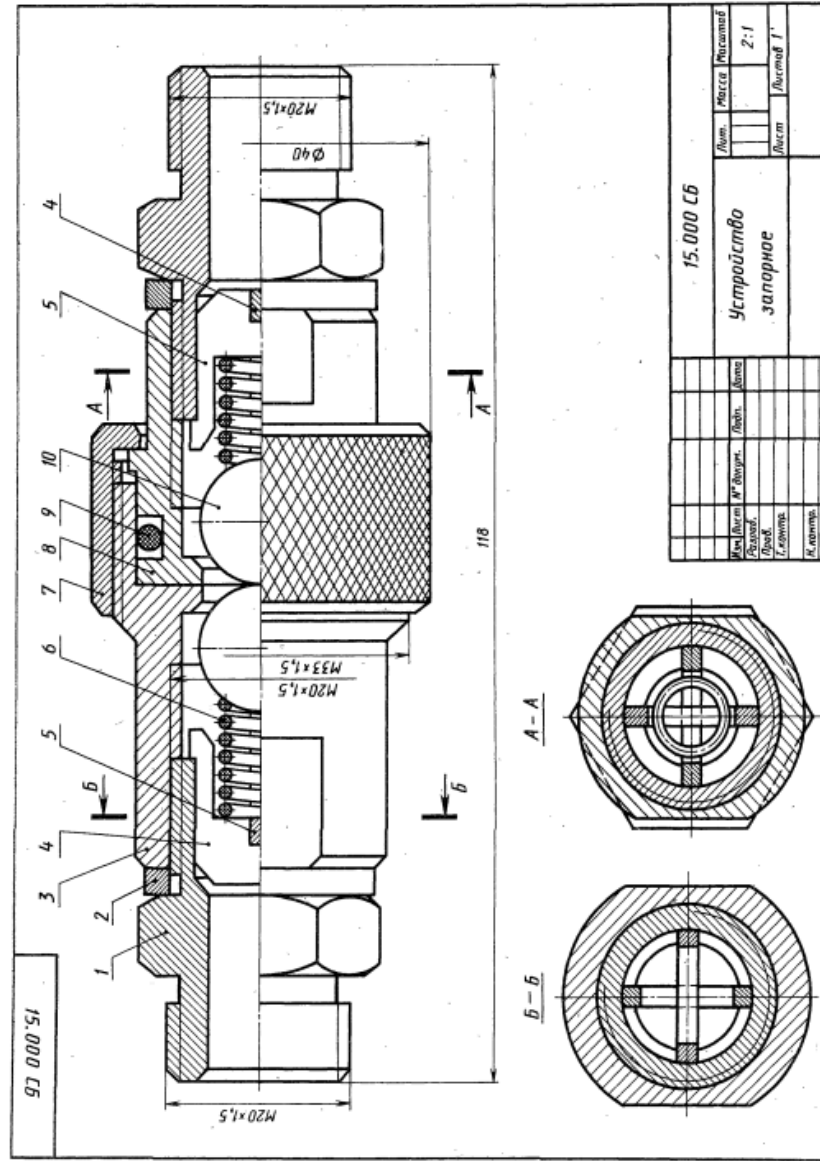
Выполнить чертежи деталей поз. 1...5, 7, 12, 13. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1...4, 6, 8...10 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 5, 7 и 13 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 12 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 11 — кожа.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на разрезе Б-Б.
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Можно ли назвать изображение Б-Б сечением?



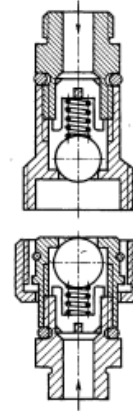


45

46

УСТРОЙСТВО ЗАПОРНОЕ

- Концовое запорное устройство предназначено для соединения концов рукавов при перепуске сжатого воздуха из одной емкости в другую. При соединении концов рукавов нажимной гайкой 7 шарик 10 отжимается от седла клапана и корпус, тем самым открывая проход воздуха. При разрыве концов рукавов шарик под действием пружины 6 и давления воздуха плотно закрывает выходные отверстия обоих концов.
- На схеме показано положение запорных шариков при разомкнутых концах рукавов.



Задание

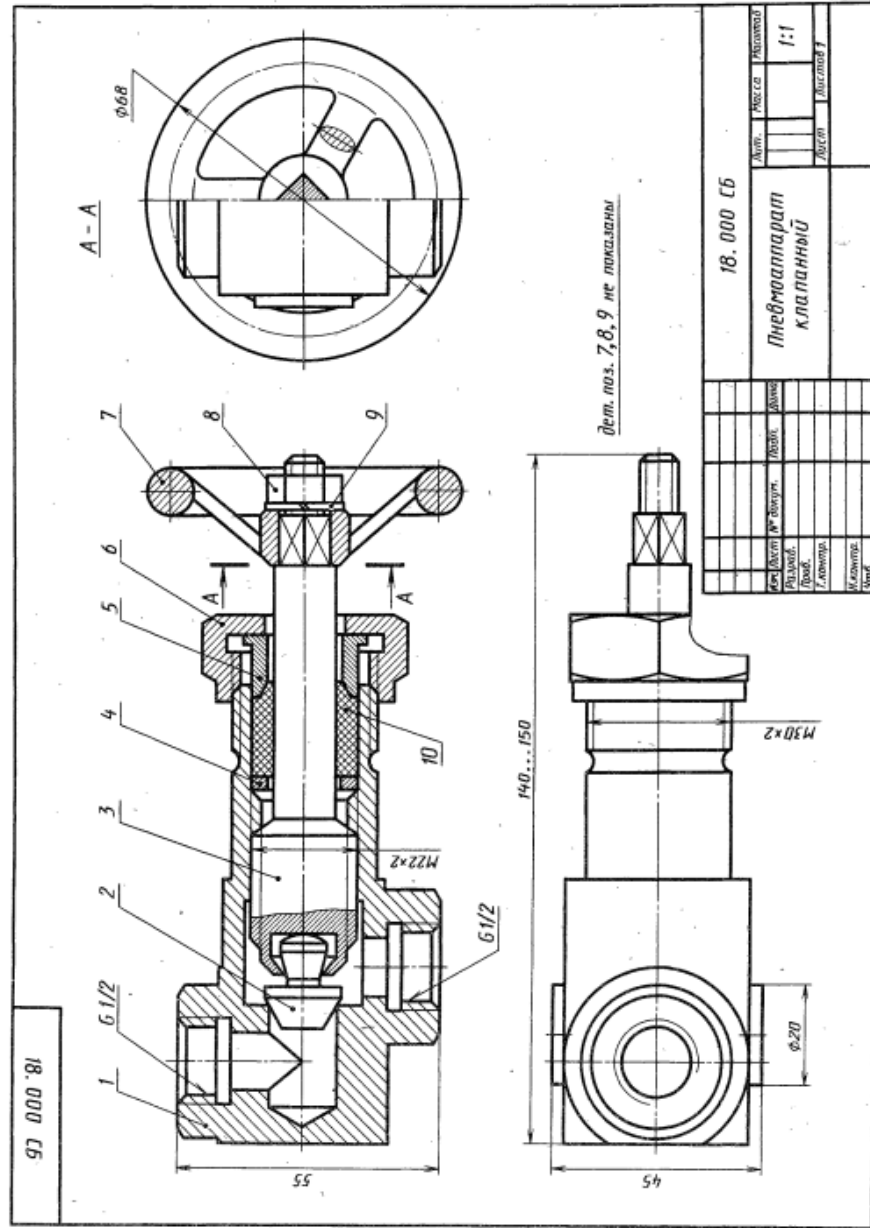
- Выполните рабочие чертежи деталей 1, 3...8.
- Постройте аксонометрическую проекцию детали 1 или устройства в собранном виде с разрезом.
- Какими поверхностями ограничена деталь 3?
- Проанализируйте последовательность сборки и разборки запорного устройства.
- Как центрируется пружина?
- Какие элементы деталей, попадая в плоскость разреза, не игнорируются?
- Какие размеры проставляются на сборочных чертежах?
- Что называется местным видом и как он обозначается на чертеже?
- Какой линией изображается контур наложенного сечения?
- Расшифруйте условное обозначение "Винт М8х16 ГОСТ 17473-80".

Формат	Знак	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A3			15.000 СБ	Документация		C
A4			15.000 СБ	Сборочный чертеж		
			15.000 ТО	Техническое описание		
			1	Детали		
			2	Штуцер	2	Ст3
			3	Прокладка	1	МЗ
			4	Корпус	1	Ст3
			5	Скоба	2	Ст3
			6	Скоба	2	Ст3
			7	Пружина $d = 1$; $n = 6$; $H_0 = 16$	2	68Г
			8	Гайка нажимная	1	Ст3
			9	Седло	1	Ст3
			10	Стандартные изделия		
				Кольцо 020-025-30	1	
				ГОСТ 9-832-73		
				Шарик 15-40 ГОСТ 3722-81	2	

Рекомендуемая литература

- Выход резьбы. Сбеты, недорезы, проточки и фски. ГОСТ 10549-80.
 Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы. ГОСТ 2.311-68.
 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей пружин. ГОСТ 2.401-68.
 Рифление сегчатое. ГОСТ 21474-75.

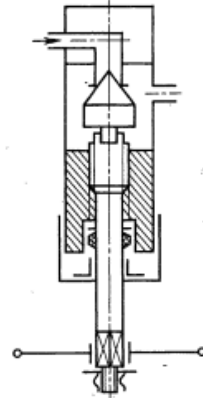
Вариант 12



ПНЕВМОПАРАТ КЛАПАНЫЙ

Клапанный пневмопарат предназначен для перекрытия трубопроводов. Конический клапан 2, зафиксированный в конце шпинделя 3, при вращении последнего перемещается с ним в осевом направлении и перекрывает своим конусом проходное отверстие.

Клапан зафиксирован в шпинделе с зазором, позволяющим центрировать конус клапана по конусу перекрываемого отверстия и свободно вращаться относительно шпинделя. Это предохраняет рабочую коническую поверхность от быстрого разрушения. Выходной конец шпинделя уплотняется сальниковым устройством.



Задание

1. Выполните рабочие чертежи деталей 1...7.
2. Постройте аксонометрическую проекцию клапанного пневмопарата в собранном виде с разрезом или аксонометрическую проекцию детали 1.
3. Какими поверхностями ограничена деталь 1?
4. Разберитесь в устройстве клапанного пневмопарата и его назначении.
5. Продумайте последовательность сборки и разборки пневмопарата.
6. С помощью каких деталей достигается герметичность в клапанном пневмопарате?
7. Какие детали при выполнении продольного разреза показываются нерассеченными? Покажите примера такого изображения на чертеже.

8. Что называется сечением? Как подразделяются сечения и как они изображаются и обозначаются на чертеже?

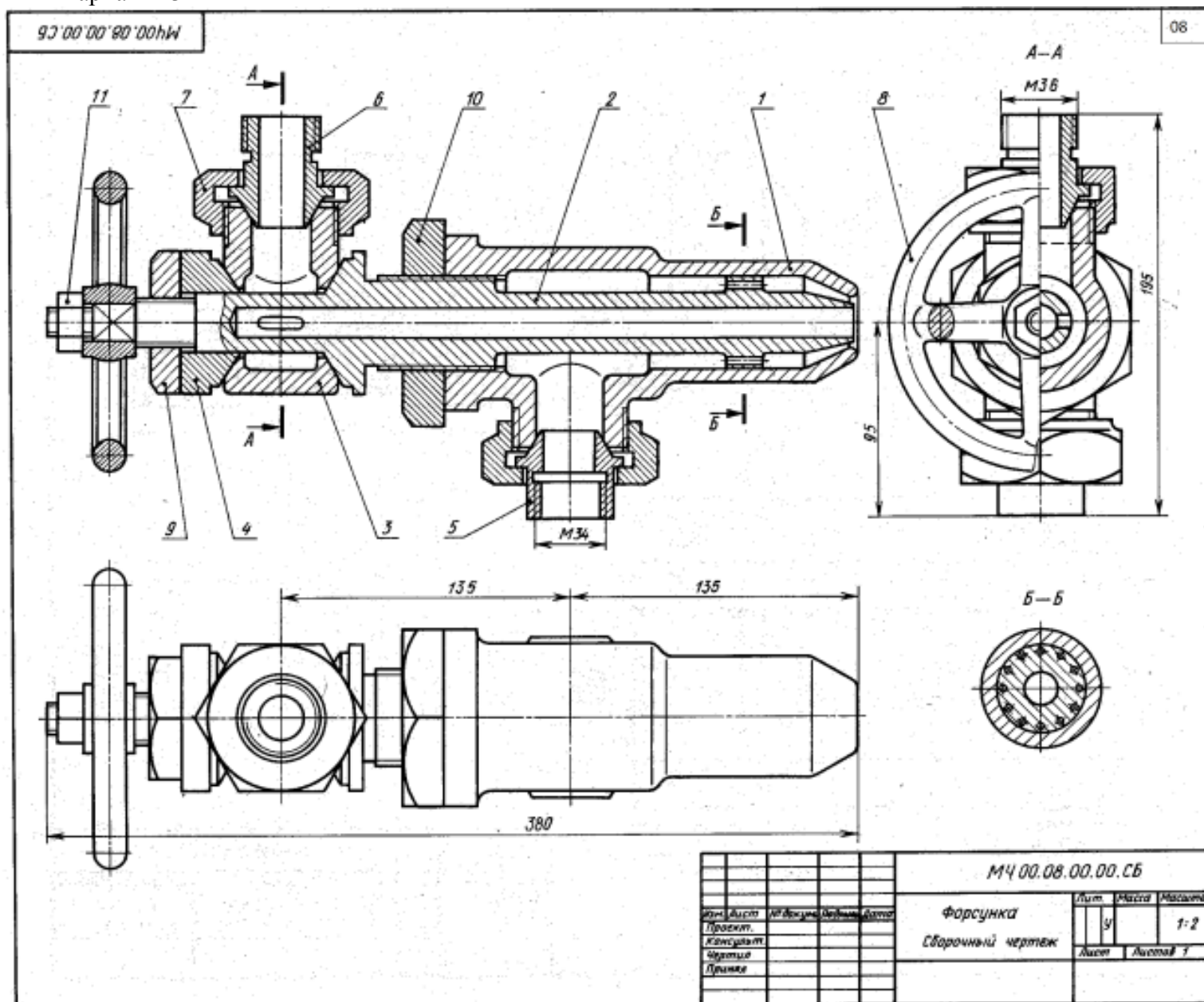
9. Объясните назначение детали 5.

10. Расшифруйте условное обозначение "Шайба 8 ГОСТ 11371-78".

Рекомендуемая литература

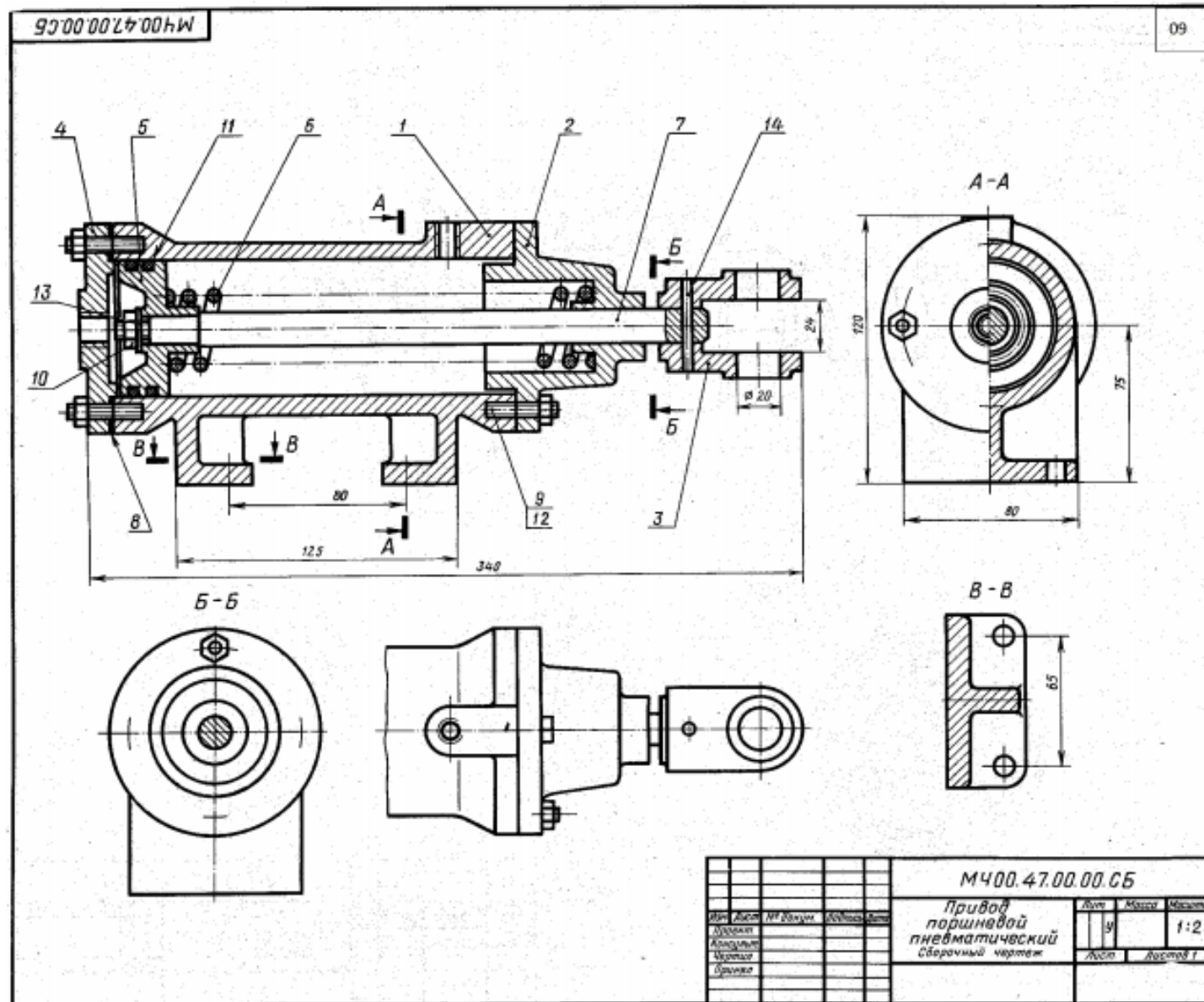
Выход резьбы. Сбсти, недрезы, проточки и фаски, ГОСТ 10549-80. Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы. ГОСТ 2.311-68. Объемный подпривод и пневмопривод. Основные термины и определения. ГОСТ 17752-81. Радиусы закруглений и фаски. Размеры. ГОСТ 10948-64.

Вариант 13



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
		Документация	
	M400.08.00.00.СБ	Сборочный чертёж	
		Детали	
1	M400.08.00.01	Корпус	1
2	M400.08.00.02	Сопло	1
3	M400.08.00.03	Тройник	1
4	M400.08.00.04	Конус	1
5	M400.08.00.05	Ниппель	1
6	M400.08.00.06	Ниппель	1
7	M400.08.00.07	Гайка накидная	2
8	M400.08.00.08	Маховик	1
9	M400.08.00.09	Гайка	1
10	M400.08.00.10	Гайка	1
		Стандартные изделия	
11		Гайка М12.5, ГОСТ 5915—70	1

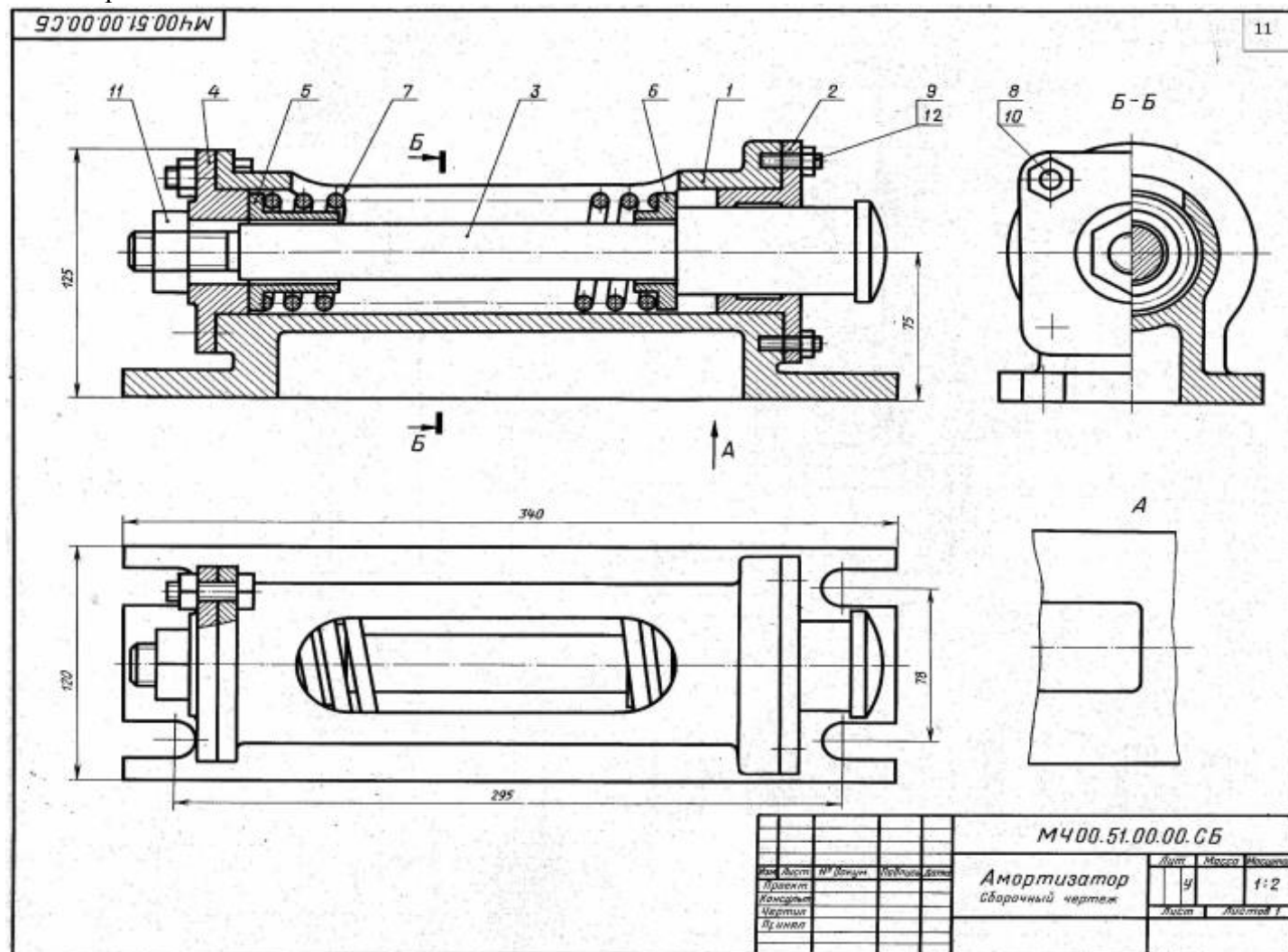
Форсунка предназначена для распыления жидкого топлива при сжигании его в топках паровых котлов. Подача топлива в форсунку происходит через ниппель 5. одновременно через ниппель 6 подается пар из котла или сжатый воздух из компрессора. По каналу сопла 2 пар устремляется к выходу, где он подхватывает жидкое топливо и распыляет его. Количество подаваемого в топку котла топлива можно изменять вращением маховика 8, регулируя тем самым величину зазора между коническими поверхностями сопла 2 и корпуса 1.



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
		Документация	
	МЧ00.47.00.00.СБ	Сборочный чертеж	
		Детали	
1	МЧ00.47.00.01	Цилиндр	1
2	МЧ00.47.00.02	Крышка	1
3	МЧ00.47.00.03	Вилка	1
4	МЧ00.47.00.04	Крышка	1
5	МЧ00.47.00.05	Поршень	1
6	МЧ00.47.00.06	Пружина	1
7	МЧ00.47.00.07	Шток	1
8	МЧ00.47.00.08	Прокладка	1
		Стандартные изделия	
9		Гайка М10.5, ГОСТ 5915 70	8
10		Гайка М12.5, ГОСТ 5915—70	1
11		Кольцо 030-035-30, ГОСТ 9833 73	2
12		Шпилька М10Х 30.58, ГОСТ 22034—76	8
13		Шайба 12.01.016, ГОСТ 6958—78	1
14		Штифт 8Л8Х70, ГОСТ 3128—70	1

Пневматический поршневой привод является исполнительным механизмом одностороннего действия и предназначен для управления заслонкой газовой отсечки нагревательных колодцев. При включении привода сжатый воздух, поступающий через отверстие крышки 4, перемещает вправо поршень 5, и шток 7 с вилкой 3 действует на приводной орган, с которым он соединен. При прекращении подачи сжатого воздуха в цилиндр 1 пружина 6 возвращает поршень привода в исходное положение. В цилиндре имеется отверстие, соединяющее правую его полость с атмосферой.

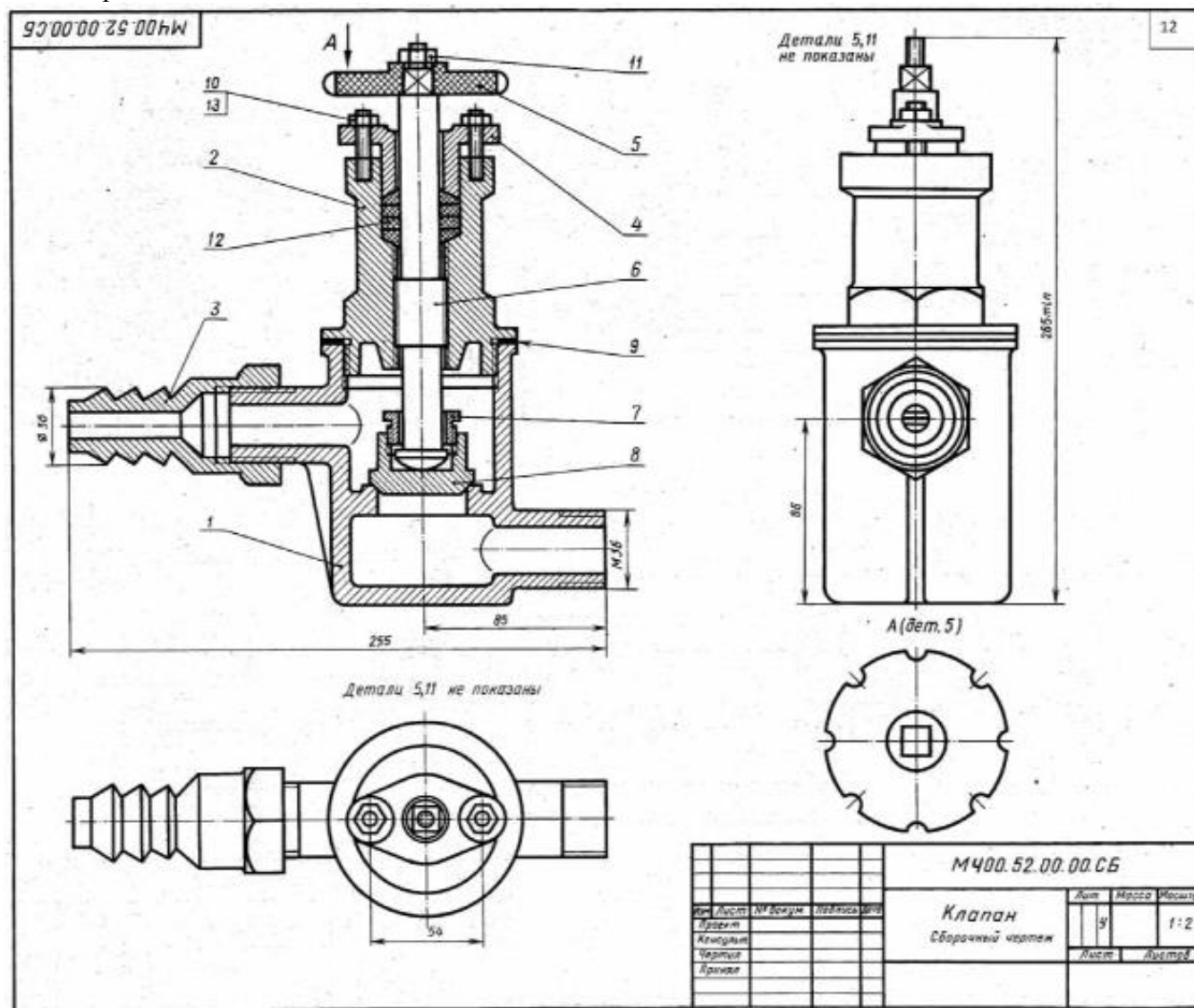
Вариант 15



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
		Документация	
	М400.51.00.00.СБ	Сборочный чертеж	
		Детали	
1	М400.51.00.01	Корпус	1
2	М400.51.00.02	Крышка	1
3	М400.51.00.03	Буфер	1
4	М400.51.00.04	Крышка	1
5	М400.51.00.05	Втулка	1
6	М400.51.00.06	Втулка	1
7	М400.51.00.07	Пружина	
		Стандартные изделия	
8		Болт М10Х30.58, ГОСТ 7798—70	4
9		Гайка М10, ГОСТ 5915—70	6
10		Гайка М 10.5, ГОСТ 5915—70	4
11		Гайка М20.5, ГОСТ 5915—70	1
12		Шпилька М10Х 18.28, ГОСТ 22034—76	6

Амортизатор данной конструкции применяется в автоматических линиях при транспортировке деталей. деталь, поступающая из загрузочного барабана, ориентируется на транспортирующем устройстве под действием толкателя, который подводит деталь до буфера 3 амортизатора. Амортизатор крепят на раме транспортирующего устройства четырьмя болтами, которые входят в пазы основания корпуса 1. Пружина 7 гасит ударные нагрузки, действующие на буфер, ее усилие регулируют гайкой 11.

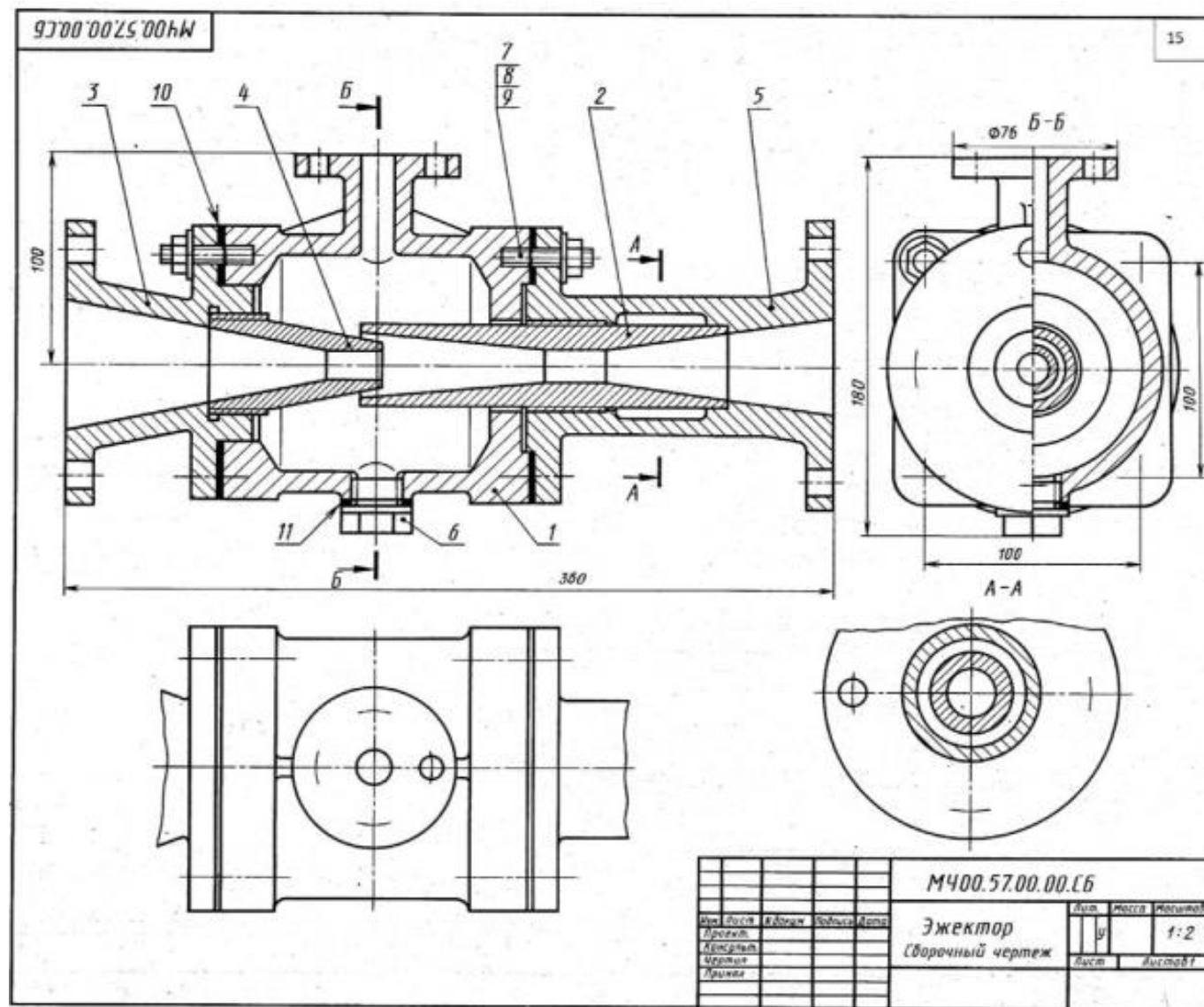
Вариант 16



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
		<i>Документация</i>	
	М400.52.00.00.СБ	Сборочный чертеж	
		<i>Детали</i>	
1	М400.52.00.01	Корпус	1
2	М400.52.00.02	Крышка	1
3	М400.52.00.03	Штуцер	1
4	М400.52.00.04	Фланец	1
5	М400.52.00.05	Маховичок	1
6	М400.52.00.06	Шпindelь	1
7	М400.52.00.07	Втулка	1
8	М400.52.00.08	Клапан	1
9	М400.52.00.09	Прокладка	1
		<i>Стандартные изделия</i>	
10		Гайка М6.5, ГОСТ 5915—70	2
11		Гайка М6.5, ГОСТ 5915—70	1
12		Кольцо С Г 36-16-3, ГОСТ 6418—81	4
13		Шпилька М6 х 22.58, ГОСТ 22034—76	2

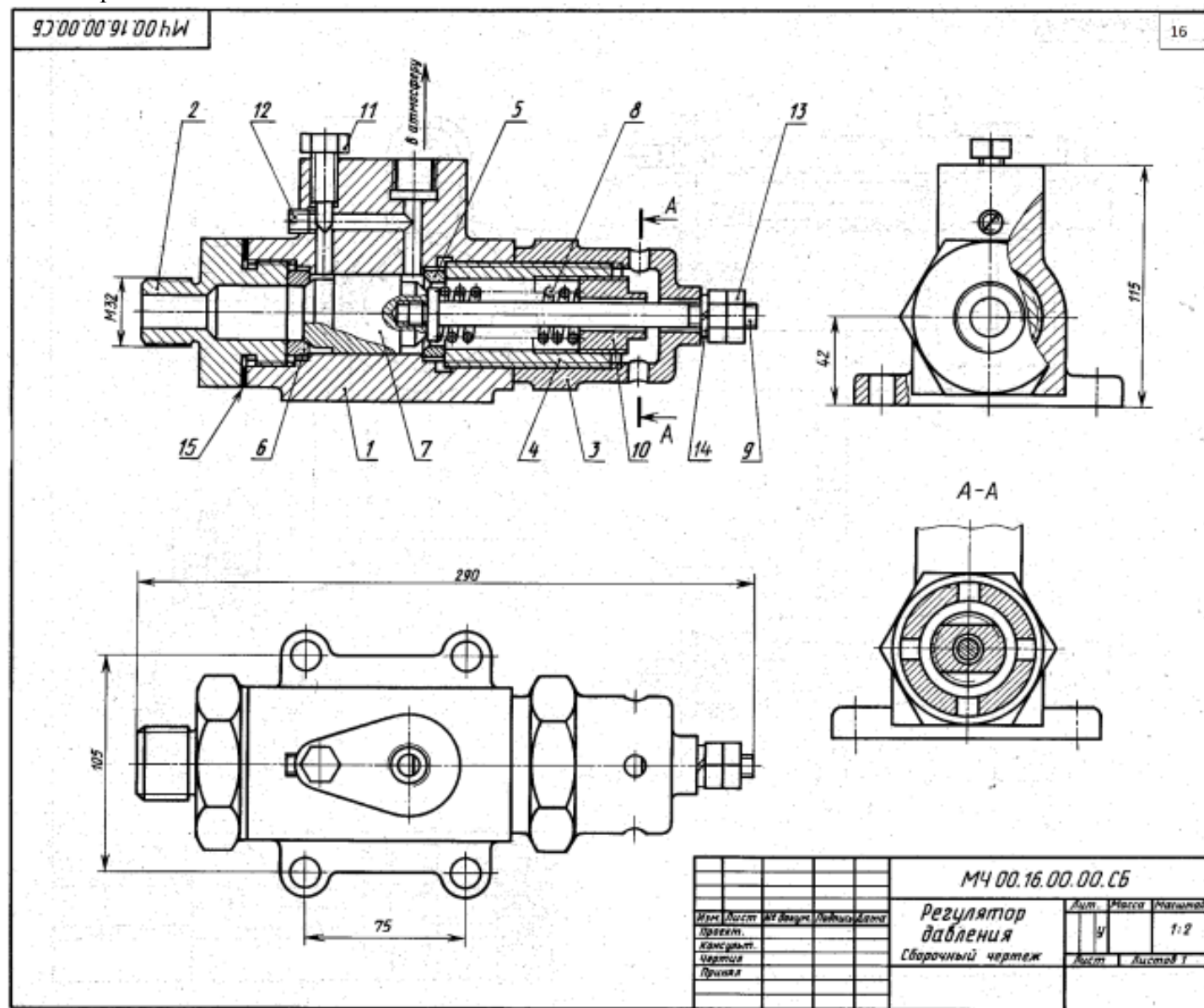
Клапан предназначен для пропускания жидкости. При вращении маховичка 5 против часовой стрелки шпindelь 6 с клапаном 8 будет подниматься и пропускать жидкость. Для прекращения подачи жидкости маховичок необходимо вращать по часовой стрелке до отказа. Для предупреждения утечки жидкости через зазоры между корпусом 1 и деталями 4 и 6 предусмотрено сальниковое уплотнение из колец 12. Уплотнительные кольца поджимаются фланцем 4, который крепится шпильками 13 гайками 10. Для герметичности между корпусом и крышкой 2 ставится прокладка 9.

Вариант 17



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
		Документация	
	М400.57.00.00.СБ	Сборочный чертеж	
		Детали	
1	М400.57.00.01	Корпус	1
2	М400.57.00.02	Диффузор	1
3	М400.57.00.03	Патрубок впуска	1
4	М400.57.00.04	Сопло	1
5	М400.57.00.05	Патрубок выпуска	1
6	М400.57.00.06	Пробка М24	1
		Стандартные изделия	
7		Гайка М8.5, ГОСТ 5915—70	8
8		Шайба 8.61.016, ГОСТ 6958—78	8
9		Шпилька М8Х 30.58, ГОСТ 22034-76	8
		Материалы	
10		Картон Б 2, ГОСТ 9347—74	2
11		Картон А 1, ГОСТ 9347—74	1

Эжектор представляет собой насос для откачивания воздуха или воды. Принцип его работы основан на использовании всасывающего действия струи пара. Пар из парового котла поступает в патрубок 3 и сопло 4. При выходе из сопла 4 с большой скоростью пар попадает в камеру смешения корпуса 1 и создает в ней разрежение, чем вызывается поступление в камеру по верхнему патрубку корпуса 1, перемещаемой жидкости. Пар, увлекая перемещаемую жидкость, устремляется вместе с ней в диффузор 2, где смесь уменьшает скорость и повышает давление, обеспечивая подачу жидкости по назначению и поддержание разрежения в камере смешения.



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во
Документация			
	МЧ00.16.00.СБ	Сборочный чертеж	
Детали			
1	МЧ00.16.00.01	Корпус	1
2	МЧ00.16.00.02	Штуцер	1
3	МЧ00.16.00.03	Стакан	1
4	МЧ00.16.00.04	Цилиндр	1
5	МЧ00.16.00.05	Седло	1
6	МЧ00.16.00.06	Седло	1
7	МЧ00.16.00.07	Клапан	1
8	МЧ00.16.00.08	Пружина	1
9	МЧ00.16.00.09	Шток	1
10	МЧ00.16.00.10	Втулка	1
11	МЧ00.16.00.11	Игла	1
Стандартные изделия			
12		Винт 10X10:48, ГОСТ 1477—84	1
13		Гайка М14.5, ГОСТ 5915—70	2
14		Шайба 14 65Г 029, ГОСТ 6402—70	1
Материалы			
15		Картон А1, ГОСТ 9347—74	1

Регулятор давления устанавливается на трубопроводах для предотвращения аварии в случае избыточного давления газа или воздуха. При нормальном давлении газ или воздух, поступающий через штуцер 2, давит на клапан 7, но под действием пружины 8 клапан не открывает отверстие левого седла 6. давление выше нормального перемещает клапан вправо, отверстие левого седла 6 открывается и газ или воздух по каналам корпуса 1 выходит в атмосферу. Иглами 11 регулируют количество газа или воздуха, выпускаемого в атмосферу. При дальнейшем возрастании давления клапан перекрывает отверстие правого седла 5.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСА МЕДИЦИНСКОГО ПРИБОРА

ЗАДАНИЕ

Создать трехмерную модель корпуса прибора, с использованием программы Autodesk Inventor.

Описать порядок и команды, используемые при создании твердотельных моделей отдельных деталей. Раскрыть процесс создания твердотельной сборки изделия.

Привести полученную твердотельную модель в РГЗ. Все описания снабдить поясняющими рисунками.

Номер варианта определяется преподавателем. Размеры, не указанные в задании, определяются конструктивно. Бланк задания представлен ниже.

Для выполнения РГЗ в соответствии с номером варианта необходимо создать нижнюю и верхнюю часть корпуса, используя команды построения твердотельных моделей. Материал корпуса пластик. Кроме этого создаются две заглушки для лицевой панели и задней части. Материал заглушек, пластик или алюминий. Для крепления печатных плат предусматриваются крепления в нижней части корпуса при горизонтальном расположении. Для вертикального расположения печатных плат в корпусе необходимо предусмотреть вертикальные направляющие в верхней и нижней части. Соединение между собой верхней и нижней части корпуса осуществляется с помощью двух винтов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра приборных систем и автоматизации технологических процессов

Студент (ФИО) _____
Группа _____
№ зачетной книжки _____

ЗАДАНИЕ К РГЗ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Компьютерное проектирование мехатронных систем»

Создать трехмерную модель корпуса прибора, с использованием программы Autodesk Inventor.

Описать порядок и команды, используемые при создании твердотельных моделей отдельных деталей. Раскрыть процесс создания твердотельной сборки изделия.

Привести полученную твердотельную модель в РГЗ. Все описания снабдить поясняющими рисунками.

Номер варианта определяется преподавателем. Размеры, не указанные в задании, определяются конструктивно.

Задание выдал _____ /Балакин А.И. /

Задание принял к исполнению _____ / _____ /

" ____ " _____ 20 ____ г

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

Разработать трехмерную модель корпуса прибора, представленного на рисунке



A	B	C	a1	a2	b1	c1
85	40	81	70,4	79,5	31,4	70,8
110	60	107	93,1	104	50,1	95,8
135	60	132	118,1	128	50	120,8
160	75	133	140,9	152,8	63,8	120,8

