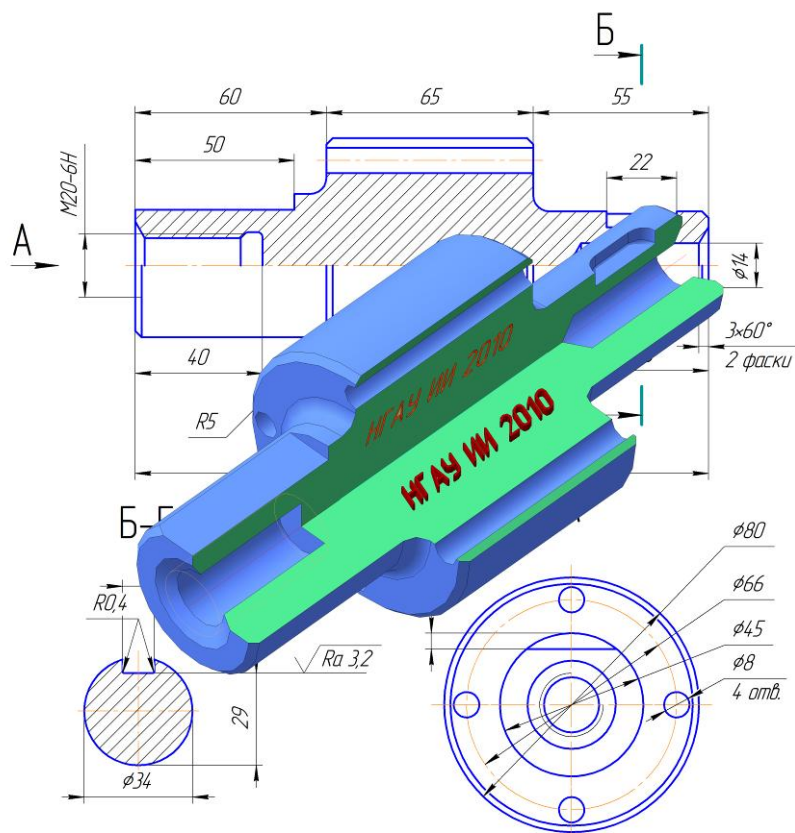


НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерный институт



Основы компьютерной графики

Практикум

Часть 4 «Использование библиотеки Shaft-2D»

Новосибирск 2015

УДК ...

Рецензент: канд. техн. наук, доц. **И.В. Тихонкин**

Составитель: ст. преподаватель **Е.Н. Алексеенко; В.В. Михинкевич.**

Основы компьютерной графики: практикум. – Ч.4. Использование библиотеки Shift-2D / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Е.Н. Алексеенко, В.В. Михинкевич. – Новосибирск, 2015. – 36 с.

Практикум содержит методические рекомендации, примеры и варианты заданий по построению тел вращения с использованием стандартной библиотеки Shift-2D, разработанные в соответствии с учебным планом.

Предназначен для студентов Инженерного института НГАУ очной и заочной форм обучения по направлениям: **23.03.01 «Технология транспортных процессов»**, профиль **«Организация и безопасность движения»**; **23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**, профиль **«Автомобили и автомобильное хозяйство»**; **35.03.06 «Агроинженерия»**, профиль **«Технические системы в агробизнесе»**, **«Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе»**, **«Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»**, **«Технический сервис в агропромышленном комплексе»**, **44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)»**, профиль **«Сельское хозяйство»**.

Утвержден и рекомендован к изданию методическим советом Инженерного института НГАУ (протокол №... от 2015г.)

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2015
© Инженерный институт, 2015

Исходные данные представлены на рисунке 1.



Для начала построения создадим документ. Выберем команду на панели команд **Файл → Создать → Чертеж**, рисунок 1 б) или через пиктограмму «Нового документа»

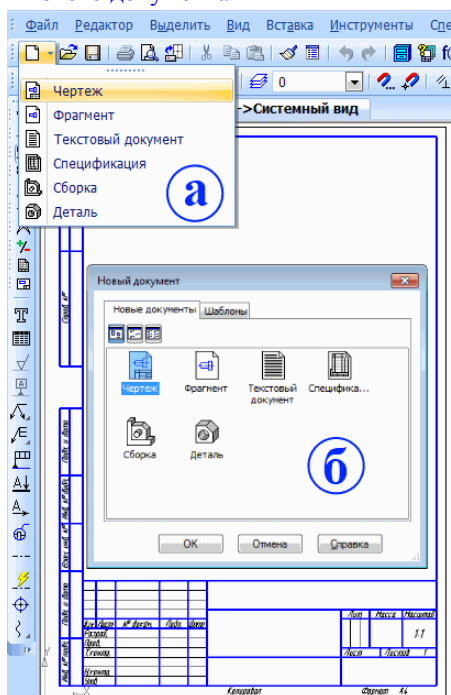


Рисунок 2 Создание «Нового документа»

лыски и т. д. Сложность модели и количество ступеней не ограничиваются. Для цилиндрических участков внешнего и внутреннего контуров могут быть подобраны подшипники.

Параметрические модели сохраняются непосредственно в чертеже и доступны для последующего редактирования средствами Shaft-2D. При создании и редактировании может быть изменен порядок ступеней модели (Drag&Drop) – перетаскиванием мыши, отредактировано значение любого параметра ступени, выполнено удаление ступени.

Система включает в себя модуль расчетов механических передач КОМПАС-GEARS (геометрические и прочностные расчеты цилиндрических и конических зубчатых, цепных, червячных и ременных передач). По результатам расчетов элементов механических передач могут быть автоматически созданы таблицы параметров зубчатых колес и выносные элементы с профилями зубьев.

Для построения вала воспользуемся одной из многочисленных библиотек представляемых системой «Компас», Shaft-2D.

Shaft-2D – это стандартная библиотека «Компас». Его главное рабочее окно содержит атрибуты приложений Windows – заголовок окна, кнопки минимизации, максимизации и закрытия окна, рамку для изменения размеров окна

Система Shaft-2D предназначена для параметрического проектирования:

- ~ валов и втулок;
- ~ цилиндрических и конических шестерен;
- ~ червячных колес и червяков;
- ~ шкивов ременных передач;
- ~ звездочек цепных передач;

На простых ступенях могут быть смоделированы шлицевые, резьбовые и шпоночные участки, а также другие конструктивные элементы — канавки, проточки, пазы,

Для ряда элементов модели можно выполнить автоматическую простановку размеров в чертеже.

Система может работать с КОМПАС-3D, генерируя 3D-модели по построенному в Shaft-2D изображению. Реализована возможность построения трехмерных твердотельных моделей втулок, валов, шестерен цилиндрической передачи с прямыми зубьями, шкивов и звездочек по плоской модели Shaft-2D.

Работая с Shaft-2D, можно автоматически создавать в чертежах виды проектируемых тел вращения слева и справа, получать изображения сечений ступеней модели. Для формирования сечений на чертеже должны быть созданы линии разреза-сечения, перпендикулярные оси вращения детали.

В процессе создания модели могут быть выполнены расчеты:

- ~ элементов механических передач;
- ~ валов и подшипников, смоделированных в Shaft-2D
- ~ шлицев, являющихся конструктивным элементом модели Shaft-2D

Система Shaft-2D интегрирована с корпоративным справочником «Материалы и Сортаменты» (из него можно выбрать материал проектируемой детали) и с корпоративным справочником «Стандартные Изделия» (его данными вы можете пользоваться при выборе параметров проектируемых стандартных элементов).

Для загрузки библиотеки в систему компас, последовательно выполним действия представленные на рисунке 3.

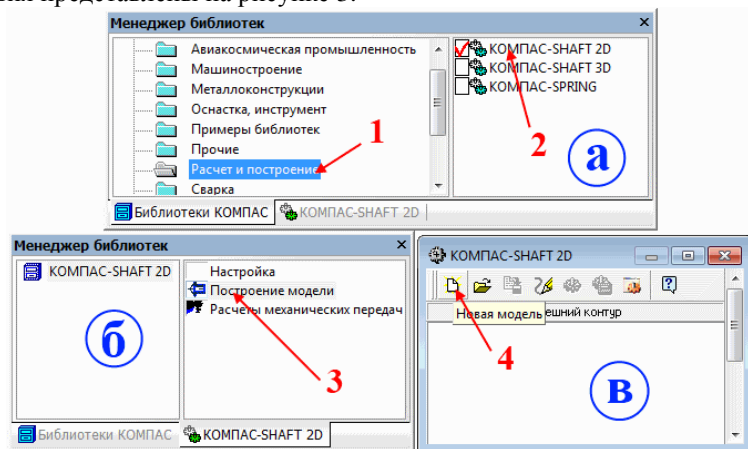


Рисунок 3 Порядок вызова библиотеки Shaft-2D

Чтобы создать новую модель Shaft-2D, выполните следующие действия. Нажмите на панели управления кнопку «Новая модель», рисунок 3 в). Откроется окно «Выбор типа отрисовки модели», рисунок 4.

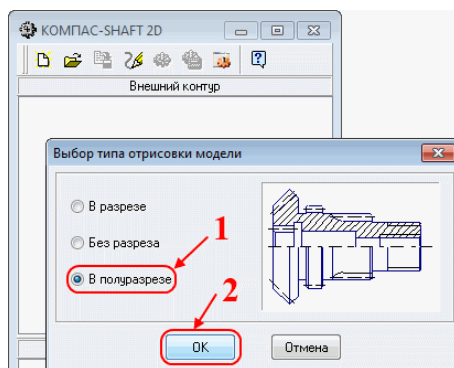


Рисунок 4 Окно «Выбор типа отрисовки модели»

Выберите нужный вариант отрисовки и нажмите кнопку ОК. Окно системы Shaft-2D будет свернуто. Для построения нашего вала мы используем отрисовку в полуразрезе, рисунок 4.

Щелчком мыши в поле активного документа КОМПАС укажем точку, которая будет началом отсчета создаваемой локальной системы координат. Главное окно Shaft-2D появится на экране.

Модель, созданная в Shaft-2D, является макроэлементом, по этому на одном чертеже может быть создано несколько моделей Shaft-2D.

В окне «Внешний контур» выберем пиктограмму построения простой ступени цилиндрическую ступень, рисунок 5 а), введем ее геометрические размеры в открывшемся окне, рисунок 5 б).

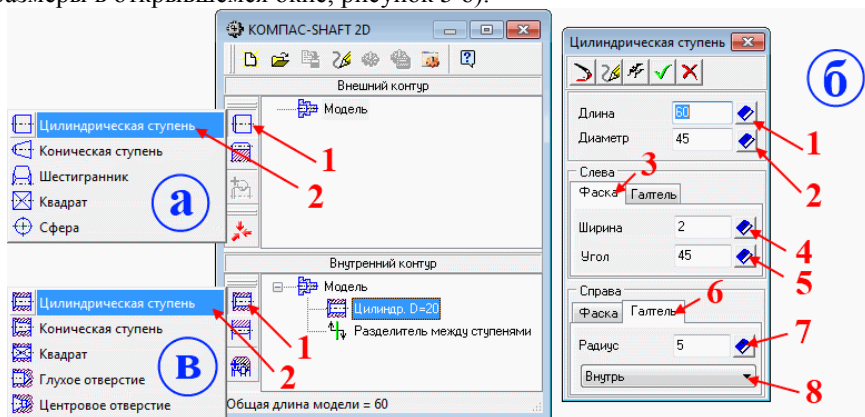


Рисунок 5 Построение простых ступеней

Чтобы зафиксировать построение ступени, после ввода значений параметров нажмите на панели управления кнопку «ОК».

Для построения отверстия в окне «Внутренний контур» выберем построение «Цилиндрическая ступень», рисунок 5 в). Введем соответствующие параметры. Результат построения отобразится в основном окне, рисунок 6.

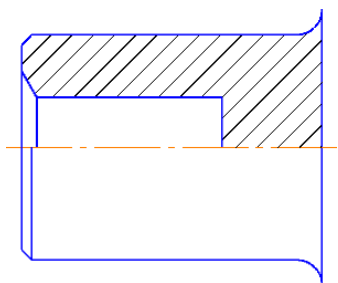


Рисунок 6 Построение первой ступени вала

На инструментальной панели внутреннего контура расположены кнопки, позволяющие обращаться к командам построения основных ступеней и дополнительных элементов модели. К основным ступеням внутреннего контура относятся:

- ~ Цилиндрическая ступень;
- ~ Коническая ступень;
- ~ Центровое отверстие;
- ~ Глухое отверстие;
- ~ Квадрат;
- ~ Цилиндрическая шестерня внутреннего зацепления.

Дополнительные элементы могут быть различными для каждой ступени. Например, для цилиндрической – канавка, шлицы, резьба, шпоночный паз и т. д., для шестерни – таблица параметров, профиль зубьев и т. д.

Дополнительные элементы ступени, в свою очередь, могут иметь дополнительные элементы. Например, для резьбы существует дополнительный «Выносной элемент».

При вызове списка дополнительных элементов ступени показываются элементы той ступени, которая активна в данный момент.

Особенностью построения внутреннего контура является возможность выбора и изменения базового торца для любого элемента внутреннего контура. В дереве ступеней и элементов внутреннего контура находится Разделитель между ступенями. Он изображается в виде зеленой вертикальной черты со стрелками.

Для элементов, находящихся выше разделителя, базовым будет левый торец объекта. Для элементов, находящихся ниже разделителя, базовым будет правый торец объекта.

Для построения на первой ступени вала «Лыски». Выделите в дереве ступеней и элементов цилиндрическую ступень внешнего контура и нажмите кнопку «Дополнительные элементы ступеней», расположенную на инструментальной панели внешнего контура, рисунок 7.

В раскрывшемся меню дополнительных элементов выберите команду «Лыска». Откроется окно, в котором нужно задать параметры лыски, рисунок 8.

Задайте размеры лыски в соответствии с обозначениями параметров, приведенных на образце, рисунок 1. Определите торец ступени, относительно которого будет базироваться лыска. Задайте расстояние от базового торца до лыски. Это можно при помощи клавиатуры или взять значение с чертежа.

Щелкните правой клавишей мыши в поле Расстояние от базового торца. Из открывшегося контекстного меню вызовите команду «Снять с чертежа». Затем укажите на чертеже точку, определяющую положение лыски относительно базового торца. Укажем положение нахождения лыски. Чтобы увидеть результаты построения, не закрывая окно ввода параметров, нажмите кнопку «Применить». После ввода параметров нажмите кнопку «ОК». Для выхода из диалога без сохранения внесенных изменений нажмите кнопку «Отмена» или «Esc».

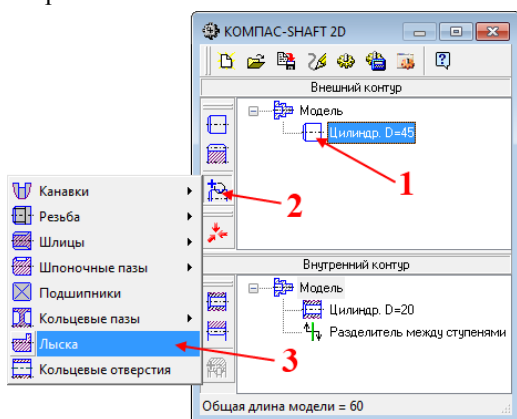


Рисунок 7 Построение Лыски

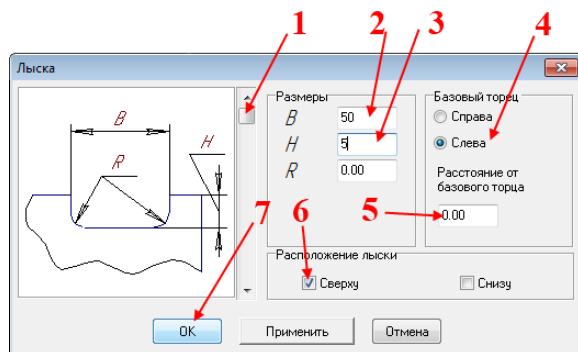


Рисунок 8 Окно параметров команды «Лыска»

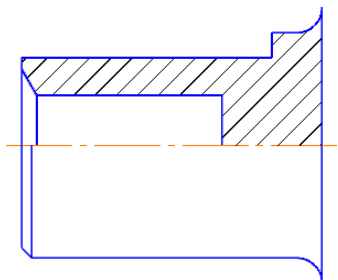


Рисунок 9
Построение «Лыски»

Вторая ступень строится аналогично первой. Для второй ступени дополнительно построим кольцевые отверстия. Выберем вторую ступень нашего вала в окне «Внешний контур» и в команде «Дополнительные ступени», выберем команду «Кольцевые отверстия»

Выставим параметры согласно образцу, рисунок 1 и рисунок 10.

Результат построения можно наблюдать в основном окне, рисунок 11.

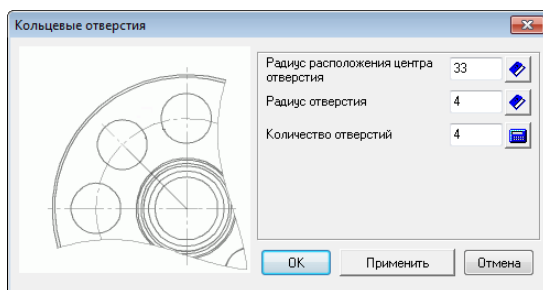


Рисунок 10 Окно параметров команды «Кольцевые отверстия»

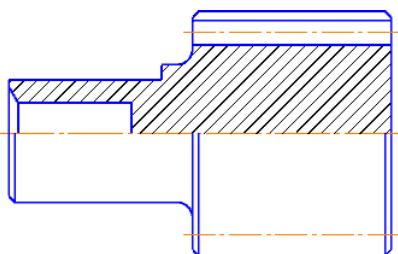


Рисунок 11 Построение
кольцевых отверстий

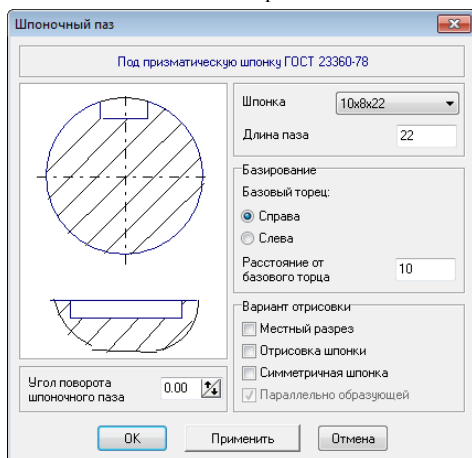


Рисунок 12 Окно параметров команды
«Шпоночный паз»

На третьей ступень вала построим шпоночный вал. После построения выберем третью ступень вала и запустим команду «Шпоночные пазы» в команде «Дополнительные ступени», выберем строку «Под призматическую шпонку ГОСТ 23360-78».

В поле Шпонка автоматически указываются стандартные размеры шпонки, исходя из диаметра активной ступени вала. Возможно выбрать шпонку из списка, который откроется при нажатии кнопки «Раскрывающийся список» или введя значения длины шпоночного паза. Укажите торец ступени, относительно которого будет базироваться шпонка.

Расстояние от базового торца до шпоночного паза, возможно, задать различными способами. При помощи клавиатуры или взять значение с чертежа для этого щелкните правой клавишей мыши в поле Расстояние от базового торца. Из открывшегося контекстного меню вызовите команду «Снять с чертежа». Затем укажите на чертеже точку, определяющую

положение шпоночного паза относительно базового торца.

В группе «Вариант отрисовки» возможно указать способы отрисовки шпоночного паза и шпонки на чертеже. Для этого необходимо включить опции:

- ~ Местный разрез – для отображения местного разреза модели по шпоночному пазу;
- ~ Отрисовка шпонки – для отображения шпонки;
- ~ Симметричная шпонка – для построения второй шпонки, симметричной первой относительно оси вала

При необходимости, возможно, задать угол поворота шпоночного паза – ввести значение в поле под слайдом.

Чтобы увидеть результаты построения, не закрывая окно ввода параметров, нажмите кнопку «**Применить**». После ввода параметров нажмите кнопку «**ОК**». Для выхода из диалога без сохранения внесенных изменений нажмите кнопку «**Отмена**» или «**Esc**».

Настроим геометрию шпоночного паза. Для нашего варианта укажем параметры представленные на рисунке 12.

Результат построения на рисунке 13.

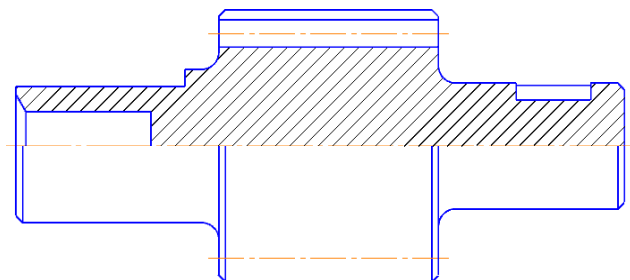


Рисунок 13 Построение шпоночного паза

Для шпоночного паза под призматическую шпонку можно построить дополнительный элемент «**Профиль шпоночного паза**».

Выберем элемент «**Шпоночный паз**» и в команде «**Дополнительные элементы ступеней**» выберем элемент «**Профиль шпоночного паза**». Настроим элемент, рисунок 14.

Укажите Вид соединения – выберите соответствующий вариант

Выберите из стандартного ряда масштаб изображения профиля шпоночного паза на чертеже. Чтобы открыть список предлагаемых вариантов, нажмите кнопку «**Масштаб**»

Включите опции Штрихов-

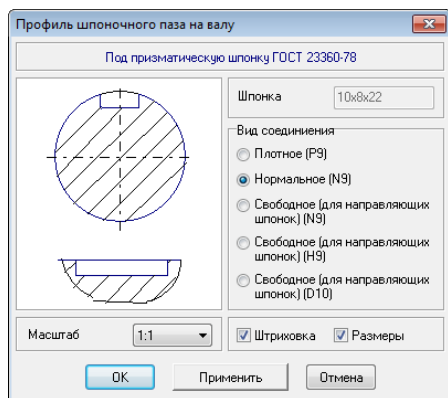


Рисунок 14 Построение выносного элемента

ка и Размеры, чтобы показать эти атрибуты на изображении профиля. Результат построения выносного элемента будет доступен в основном окне, рисунок 16.

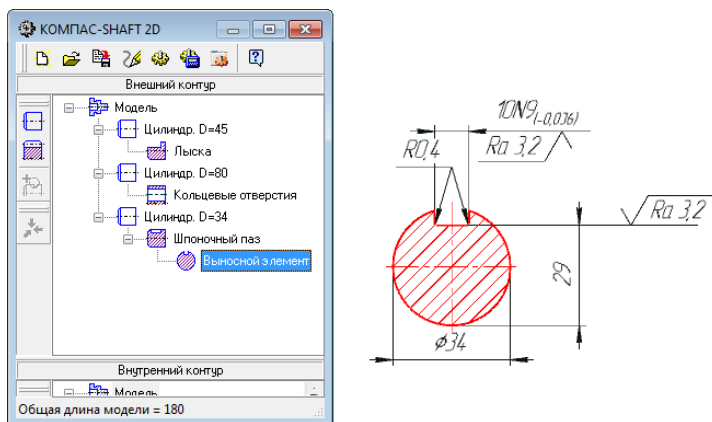


Рисунок 16 Результат построения выносного элемента «Шпоночный паз»

С правого торца построим элемент «Глухое отверстие» и с левого торца в цилиндрическом отверстии нанесем метрическую резьбу с проточкой для режущего инструмента.

Для построения отверстия в окне «Внутренний контур» выберем построение «Глухое отверстие», рисунок 5 в). Введем соответствующие параметры. Результат построения отобразится в основном окне, рисунок 17.

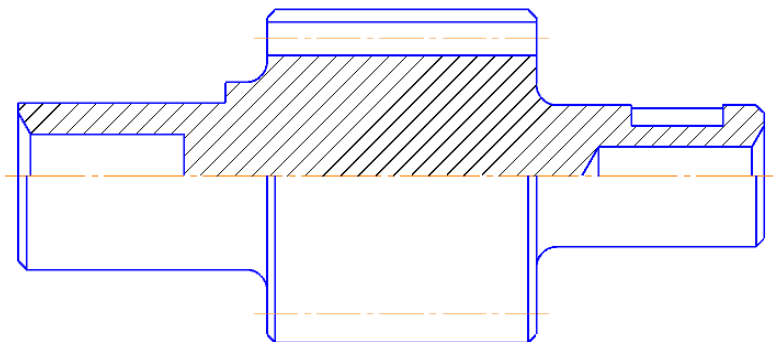


Рисунок 17 Построение глухого отверстия с правого торца вала

Для нанесения метрической резьбы в отверстия с левого торца вала выберем в окне «Внутренний контур» Цилиндр диаметром 20 мм и укажем построение «Резьба» в команде «Дополнительные элементы ступеней», рисунок 18. Введем соответствующие параметры, рисунок 19. Результат построения отобразится в основном окне, рисунок 20

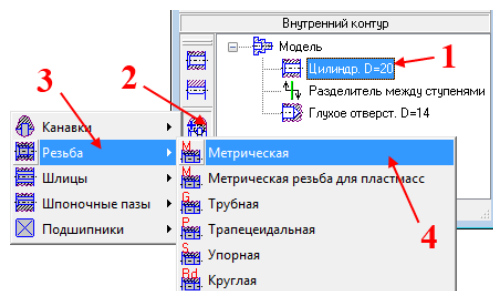


Рисунок 18 Окно «Дополнительные элементы ступеней»

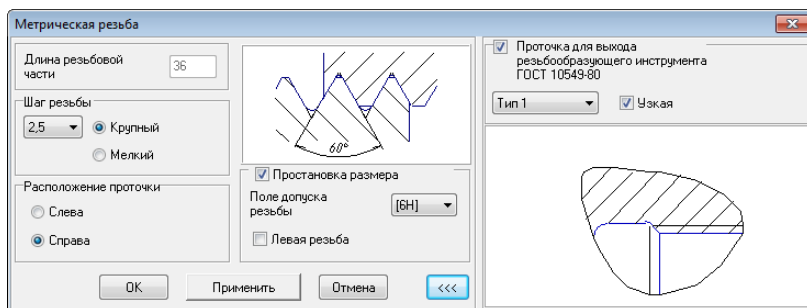


Рисунок 19 Параметры метрической резьбы с проточкой для режущего инструмента

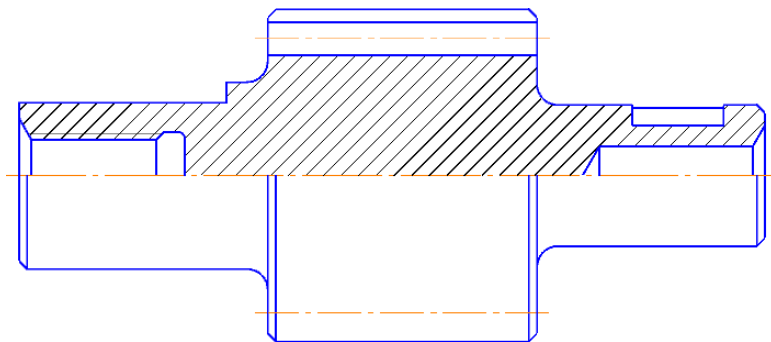


Рисунок 20 Построение метрической резьбы с проточкой для режущего инструмента с левого торца вала

Построения закончены, перейдем к оформлению рабочего чертежа. Для указания всех необходимых размеров нам не хватает вида слева. Для автоматического построения вида слева вызовем команду «Генерация вида слева» из панели управления библиотеки Shift-2D «Дополнительное построение», ри-

суюнок 21. Автоматически будет построен вид слева. Аналогичным способом строится вид справа, и генерируются сечения (предварительно проставляются в необходимых местах). Все построения, возможно, перетаскивать мышью в любое место рабочего листа.

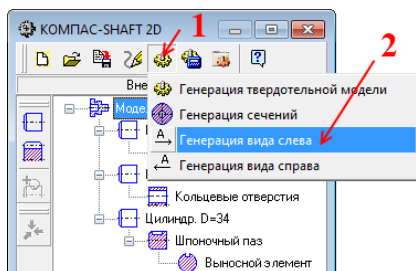


Рисунок 21 Окно
«Дополнительные построения»

Возможно так же создание **3D модели** на основе построенного рабочего чертежа вала. Расположение команды аналогично «Генерация вида слева», рисунок 21 и рисунок 22.

Оформим рабочий чертеж вала и приведем его к виду представленного на рисунке 1.

Подробно команды библиотеки Shaft-2D приведены в таблицах ниже.

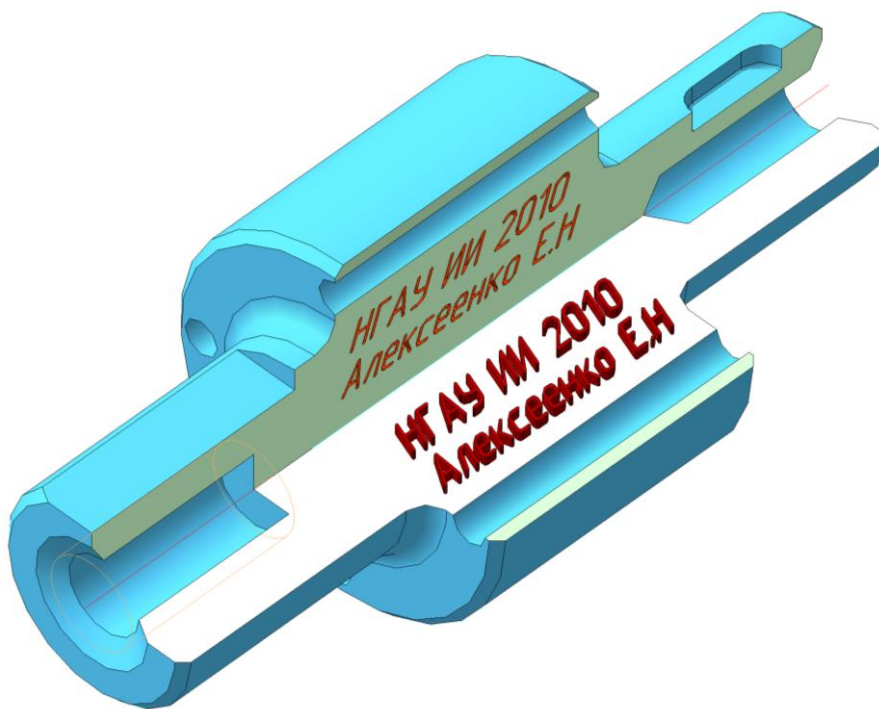





Рисунок 21 3D модель вала с разрезом

Панель управления системы Shaft-2D по умолчанию расположена в верхней части главного окна. Она содержит кнопки вызова команд создания, редактирования, обновления изображения и т. д. Название и назначение команд приведены в таблице 1.

Таблица №1 Панель управления системы Shaft-2D

Пиктограмма	Наименование команды	Описание
	Новая модель	Переход в режим создания новой модели.
	Выбрать другую модель	Переход в режим редактирования другой модели Shaft-2D, имеющейся в документе КОМПАС.
	Сохранить модель и выйти	Сохранение модели и завершение работы системы Shaft-2D.
	Обновить, показать, перестроить	Вызов группы команд, предназначенных для управления отображением модели Shaft-2D в документе КОМПАС
	Дополнительные построения	Вызов группы команд, предназначенных для выполнения дополнительных построений
	Свойства и расчеты	Вызов группы команд, предназначенных для выбора материала проектируемой модели, а также для запуска системы расчетов валов и подшипников ShaftCalc/
	Настройка	Настройка параметров работы системы Shaft-2D

Таблица №1.1 Группа команд: Обновить, показать, перестроить

Пиктограмма	Наименование команды	Описание
	Активизировать курсор	Передача управления системе КОМПАС-3D и использование ее стандартных приемов работы для выбора наиболее удачного масштаба отображения модели Shaft-2D в рабочем окне КОМПАС-3D. Чтобы прервать выполнение команды, нажмите клавишу «Esc».
	Перестроить	Просмотр результатов изменений, внесенных в элемент, без выхода из текущего режима работы Shaft-2D
	Обновить изображение	Перерисовка изображения в активном окне КОМПАС-3D без изменения масштаба, удаление вспомогательных линий и временных объектов

Продолжение таблицы №1.1 Группа команд: Обновить, показать, перестроить





	Увеличить масштабной рамкой	Увеличение произвольного участка области документа КОМПАС-3D.
	Приблизить выбранный элемент	Увеличение элемента, выделенного в дереве ступеней и элементов, во весь экран
	Показать модель	Изменение масштаба отображения таким образом, чтобы на экране была видна вся модель
	Показать все	Изменение масштаба отображения таким образом, чтобы на экране был виден весь документ КОМПАС-3D.

Таблица №1.2 Группа команд: Свойства и расчеты



Пиктограмма	Наименование команды	Описание
	Механические свойства материала модели	Загрузка модуля выбора материалов с целью выбора материала модели и определения его механических свойств
	Расчет вала и подшипников	Запуск системы расчета валов и подшипников ShaftCalc

Таблица №1.3 Группа команд Дополнительные построения




Пиктограмма	Наименование команды	Описание
	Генерация 3D-модели	Построение 3D-модели валов, втулок, шестерен цилиндрической передачи с прямыми зубьями, шкивов и звездочек на основе построенной плоской модели Shaft-2D
	Генерация сечений	Отрисовка сечения тела вращения в месте, предварительно указанном в окне активного документа КОМПАС-3D линией разреза. В зависимости от настройки системы Shaft-2D сечения могут быть построены: ~ в режиме автоматического выбора их месторасположения или ручного размещения в поле активного документа КОМПАС-3D; ~ с созданием нового вида для каждого сечения или в текущем виде; ~ со штриховкой или без нее
	Генерация вида слева	Автоматическая отрисовка вида тела вращения слева.
	Генерация вида справа	Автоматическая отрисовка вида тела вращения справа

Таблица №1.4 Группа команд: Настройка

Наименование команды	Описание
Общие	Настройка фантомной отрисовки ступеней, управление расположением таблицы параметров механических передач, отображением нагрузки, приложенных к моделям.
Формы таблиц параметров	Отображение списка файлов, содержащих формы таблиц параметров зубчатых зацеплений.
Генерация сечений модели	Задание параметров отрисовки и размещения сечений и видов модели на листе чертежа КОМПАС-3D
Генерация твердотельной модели	Задание параметров трехмерной модели, которая может быть сгенерирована по плоской модели Shaft-2D




























Панель инструментов внутреннего контура содержит кнопки вызова групп команд, предназначенных для построения ступеней и элементов моделей. При нажатии кнопок Простые ступени и Дополнительные элементы ступеней раскрывается вложенное меню со списком команд построения элементов внутреннего контура.

Таблица №2.1 Инструментальная панель внутреннего контура

 Простые ступени		 Дополнительные элементы ступеней	
	Цилиндрическая ступень		Канавки
	Коническая ступень		Резьбы
	Квадрат		Шлицы
	Глухое отверстие		Шпоночные пазы
	Центровое отверстие		Подшипники
	Элементы механических передач		Таблица параметров
			Профиль зубьев

Панель инструментов внешнего контура содержит кнопки вызова групп команд, предназначенных для построения ступеней и элементов моделей. При нажатии каждой кнопки раскрывается вложенное меню со списком команд построения элементов внешнего контура.

Таблица №2.2 Инструментальная панель внешнего контура

 Простые ступени		 Элементы механических передач		 Дополнительные элементы	
	Цилиндрическая ступень		Шестерня цилиндрической зубчатой передачи		Канавки
	Коническая ступень		Шестерня конической передачи с круговыми зубьями		Резьбы
	Шестигранник		Шестерня конической передачи с прямыми зубьями		Шлицы
	Квадрат		Червяк цилиндрической червячной передачи		Шпоночные пазы
	Сфера		Червячное колесо цилиндрической червячной передачи		Подшипники
			Звездочка цепной передачи с роликовой цепью		Кольцевые пазы
			Шкив клиноременной передачи		Лыска
			Шкив зубчатоременной передачи		Кольцевые отверстия
					Таблица параметров
					Профиль зубьев
					Полный профиль шестерни

Контекстное меню дерева ступеней и элементов содержит команды управления выделенным элементом. Текущий набор команд зависит от типа выделенного элемента.

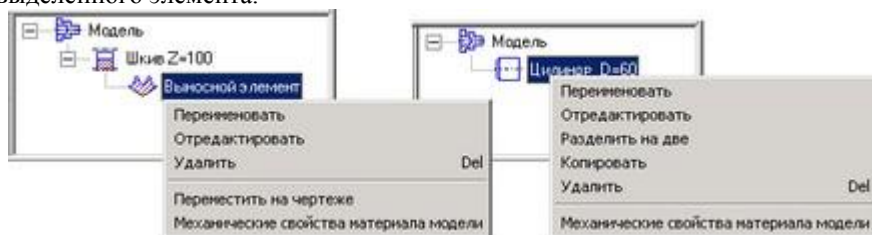
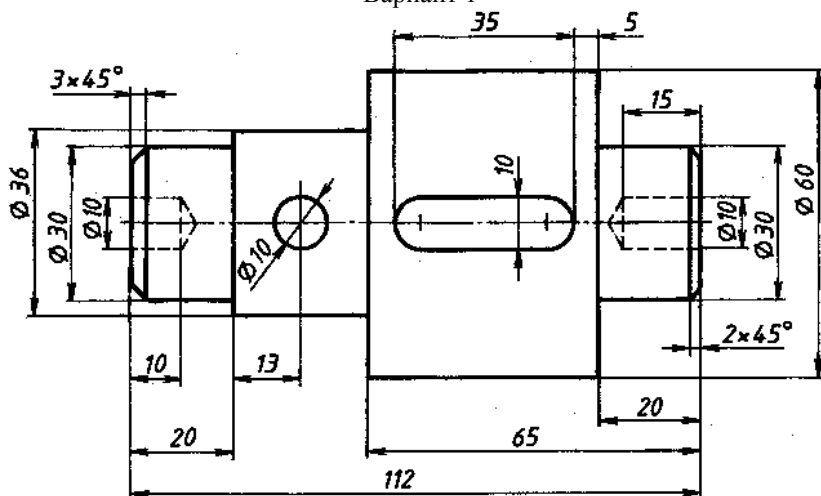


Рисунок 22 Команды контекстного меню

Вариант 1

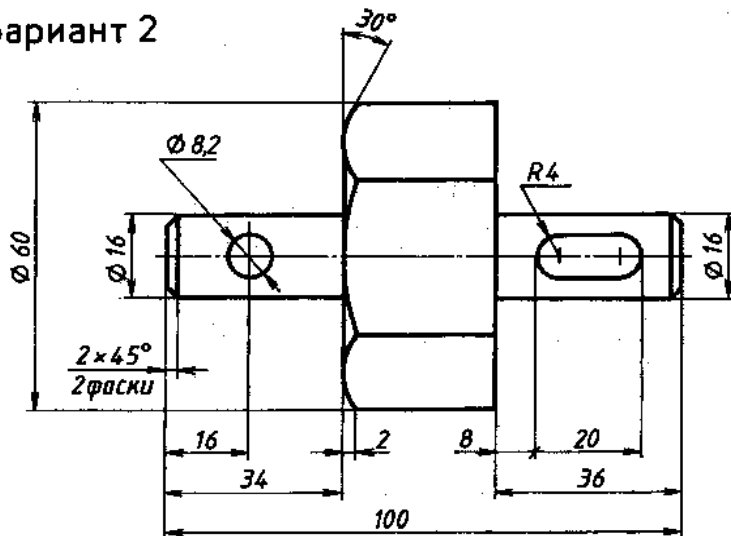


Глубина шпоночного пазы - 5мм

Отверстие $\varnothing 10$ - сквозное

Вариант 2

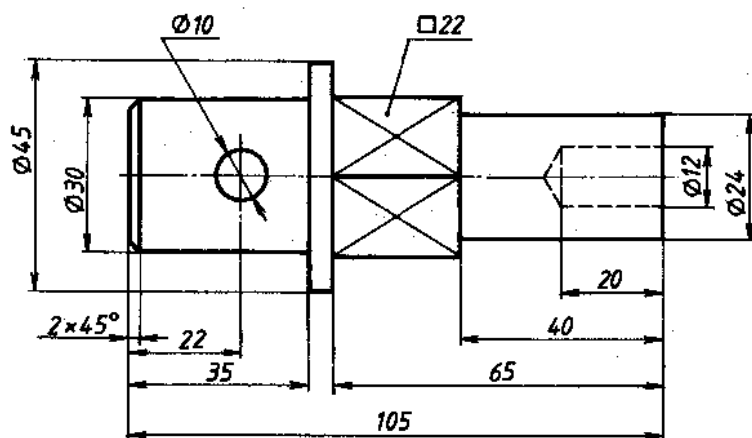
Вариант 2



Шпоночный паз с двух сторон глубиной 4мм

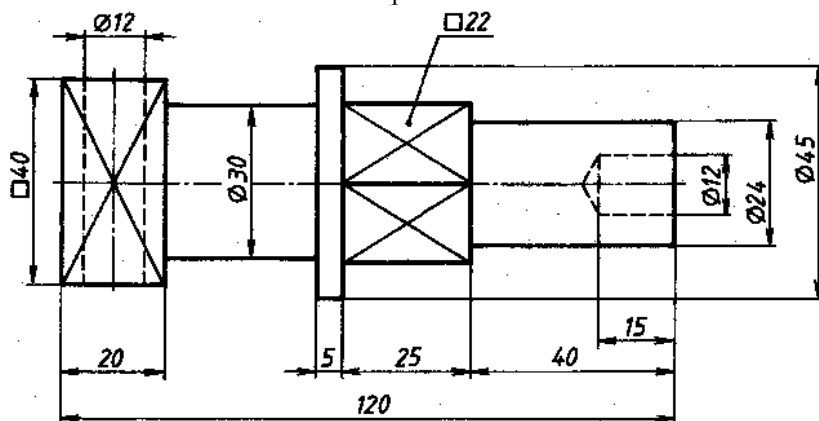
Отверстие $\varnothing 8,2$ - сквозное

Вариант 3

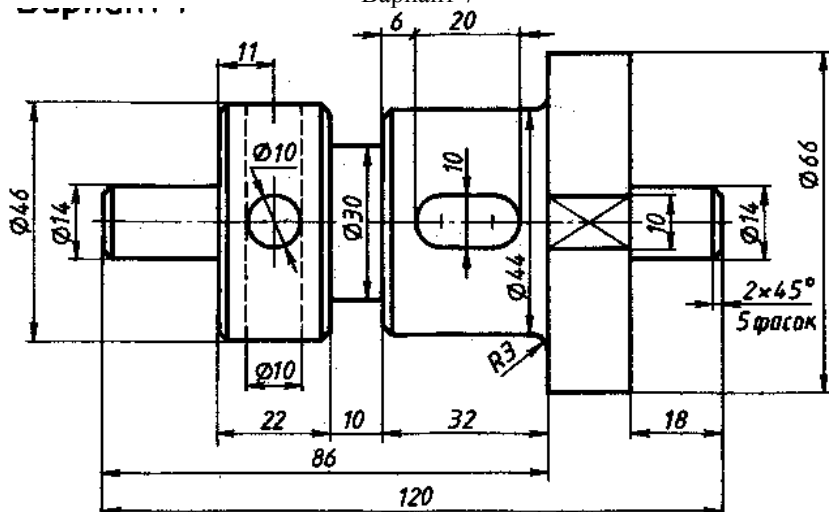


Отверстие $\varnothing 10$ – сквозное

Вариант 4

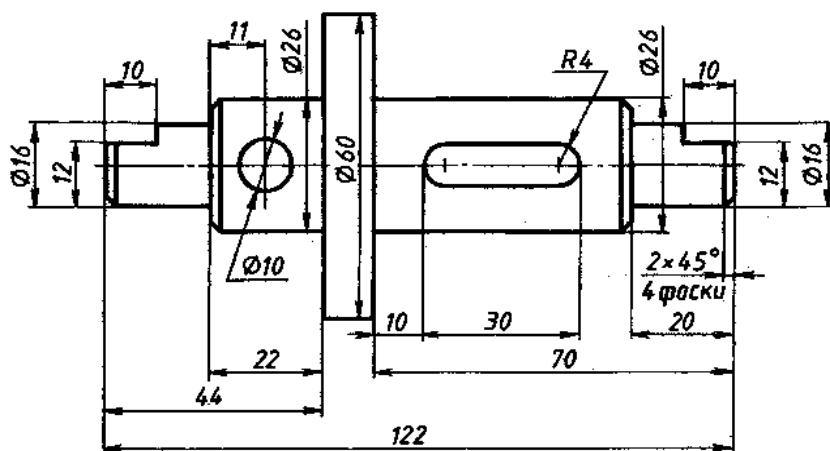


Вариант 7



Шпоночный паз с двух сторон глубиной 5мм.
Отверстие Ø10 – сквозное

Вариант 8



Шпоночный паз с двух сторон глубиной 4мм.
Отверстие Ø10 – сквозное

Вариант 9

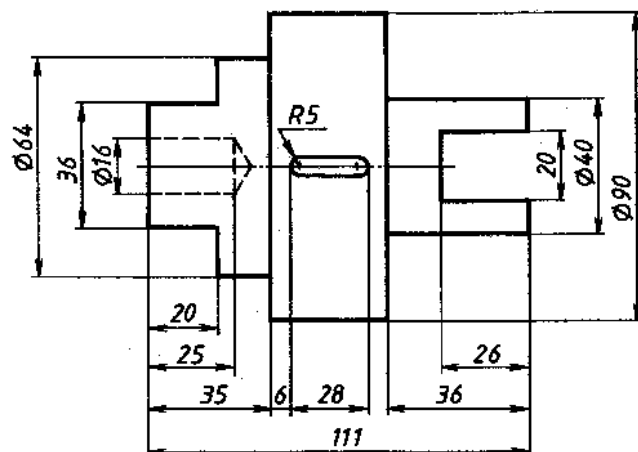


Вариант 10

Technical drawing of a mechanical part, likely a pump housing, showing a front view and a side view. The front view is a rectangle with a central circular hole of diameter 185. The side view shows a profile with a central vertical section of diameter 68 and a top section of diameter 14. Dimensions include overall width 94, overall height 52, and various radii and offsets.

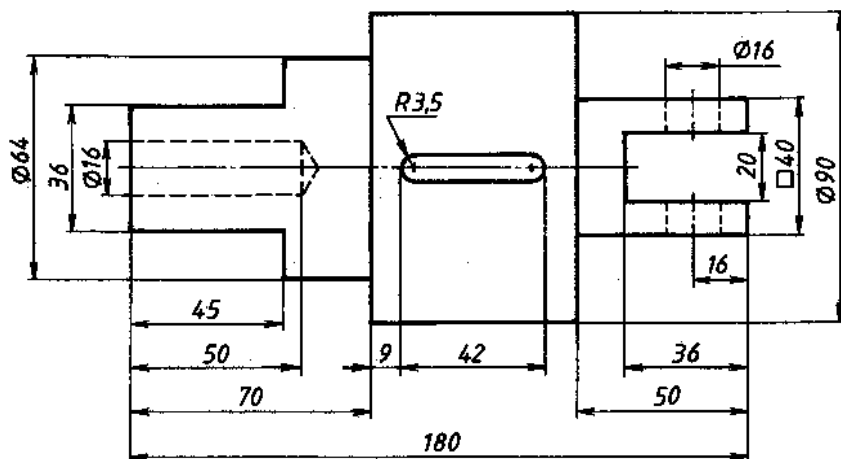
Отверстие Ø18 – сквозное

Вариант 11



Шпоночный паз с двух сторон глубиной 5 мм

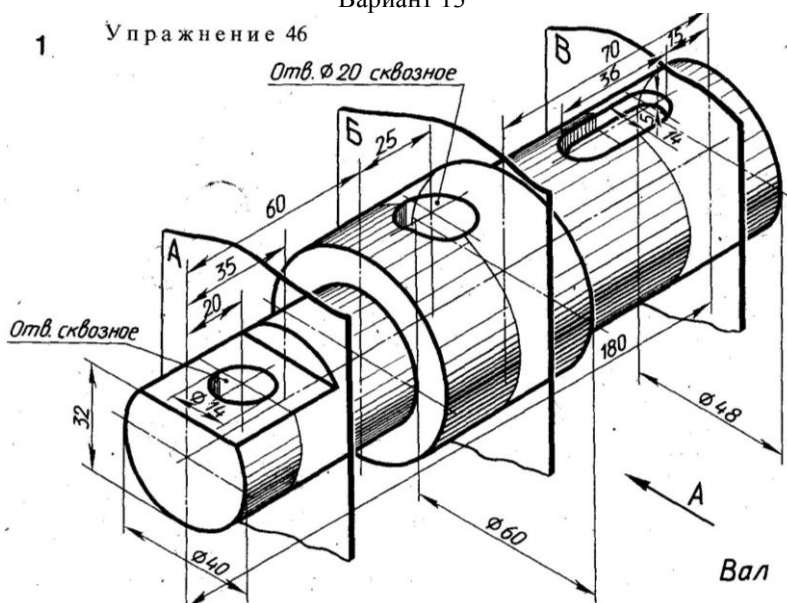
Вариант 12



Шпоночный паз с двух сторон глубиной 5,5 мм

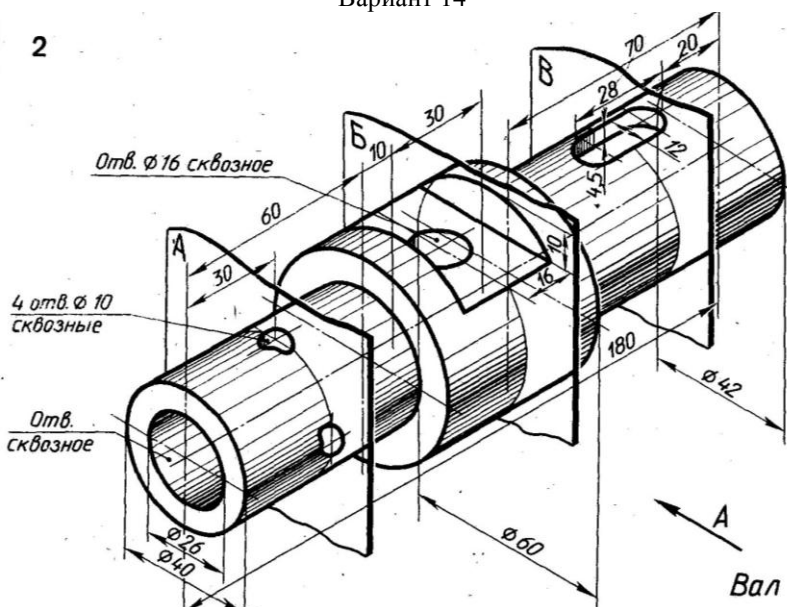
Вариант 13

1 Упражнение 46

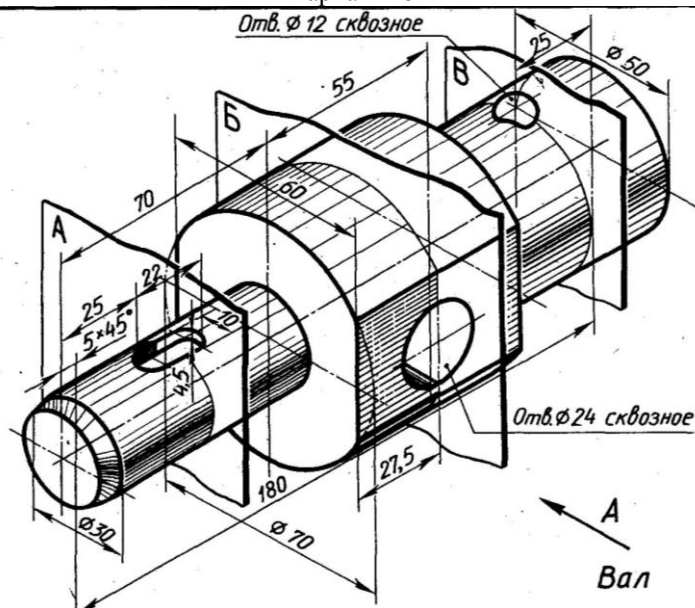


Вариант 14

2

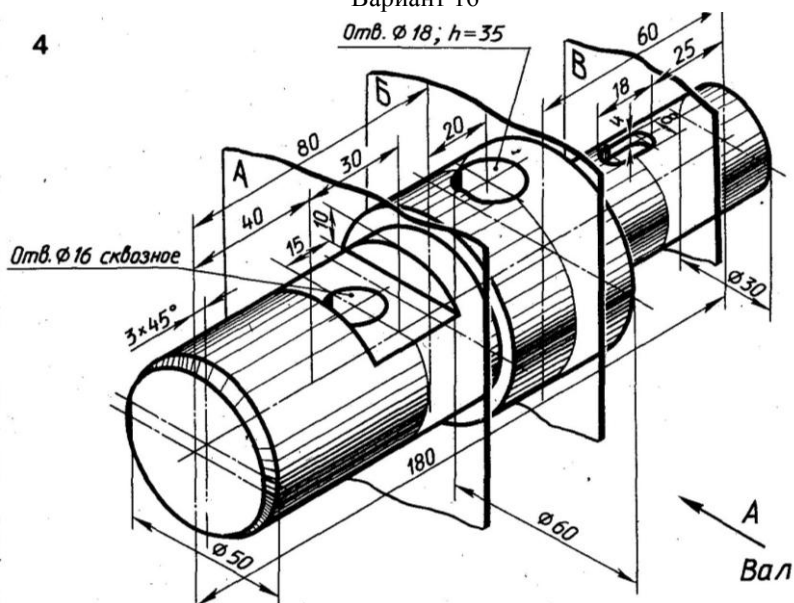


Вариант 15

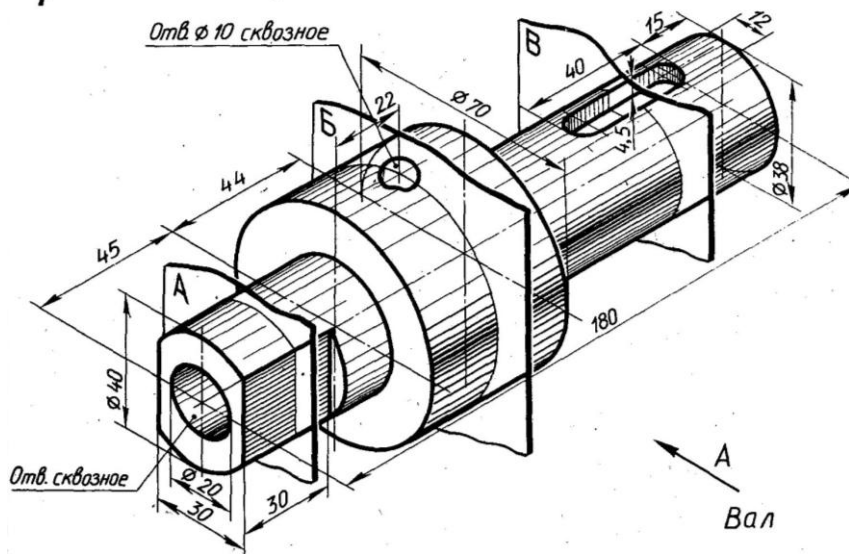


Вариант 16

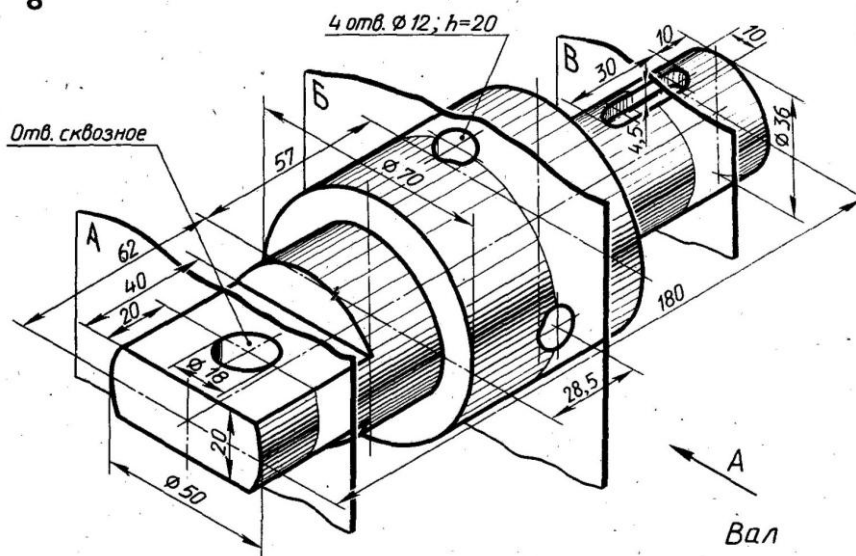
Отв. $\varnothing 18$; $h=35$



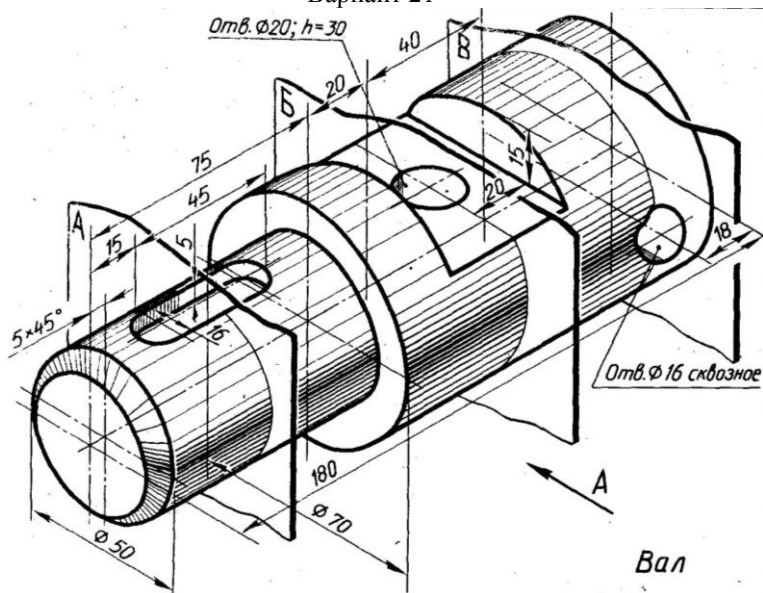
Вариант 19



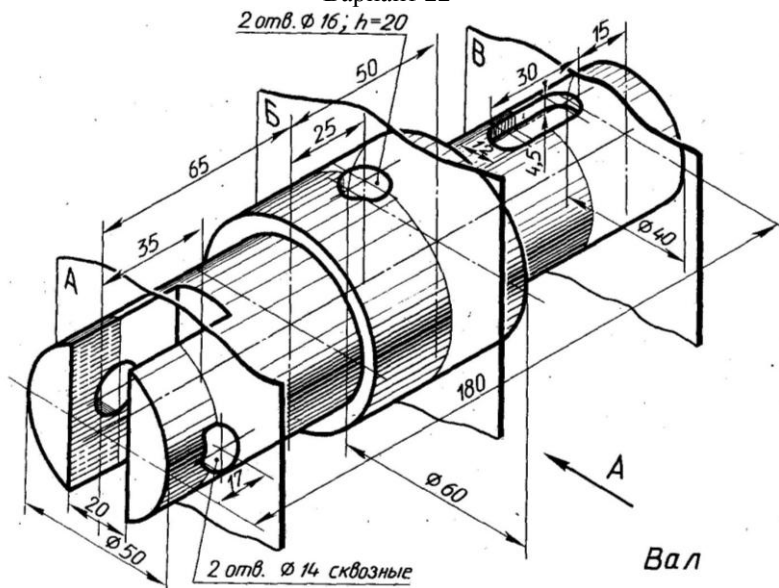
Вариант 20



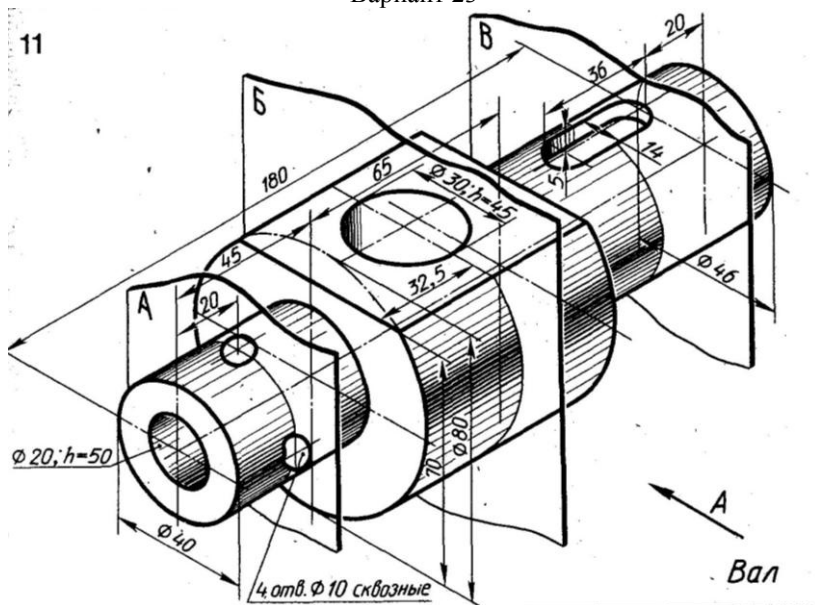
Вариант 21



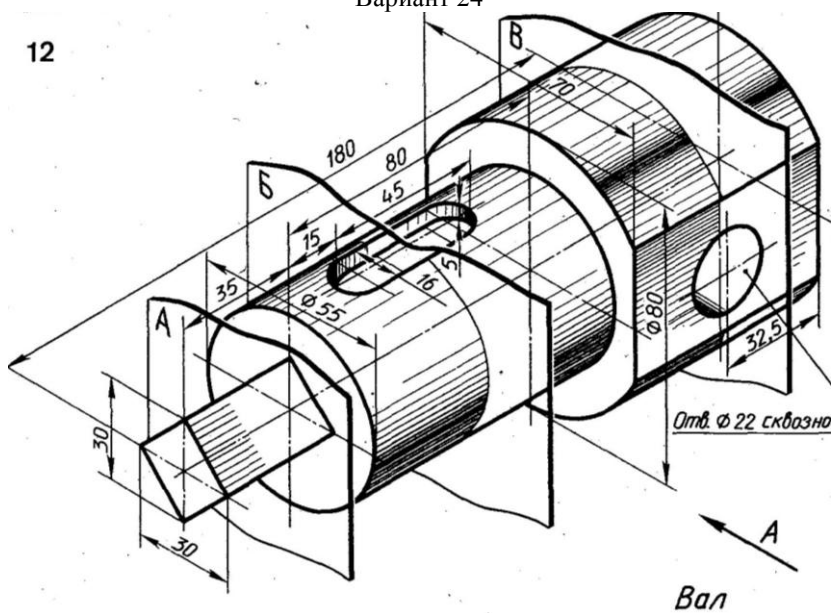
Вариант 22



Вариант 23

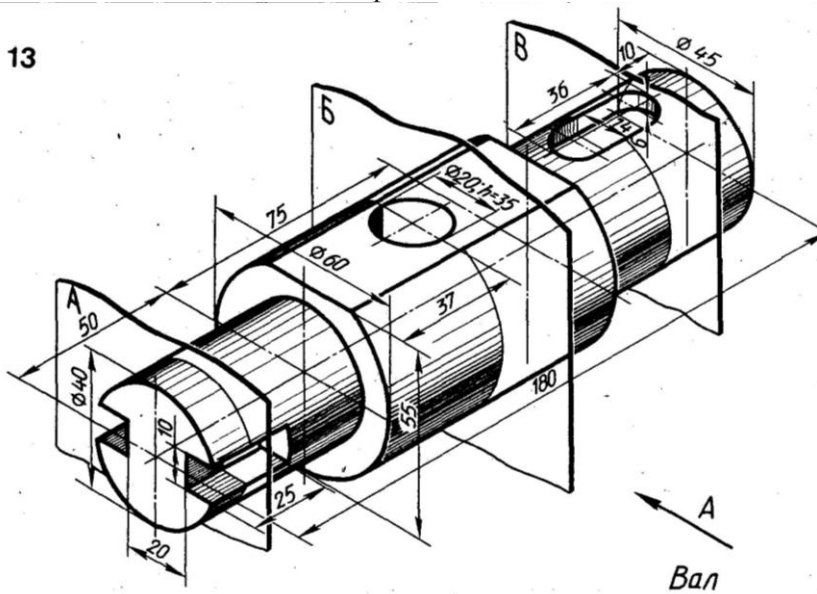


Вариант 24



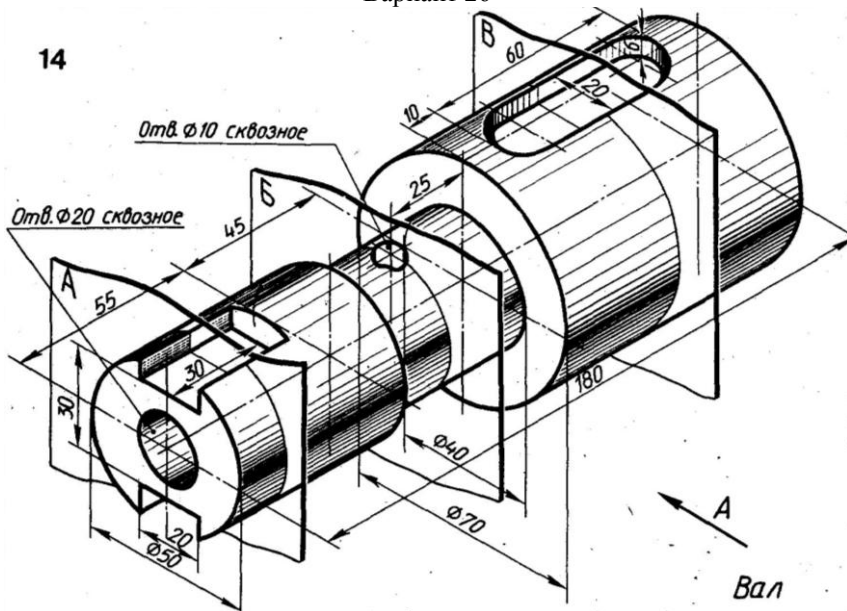
Вариант 25

13

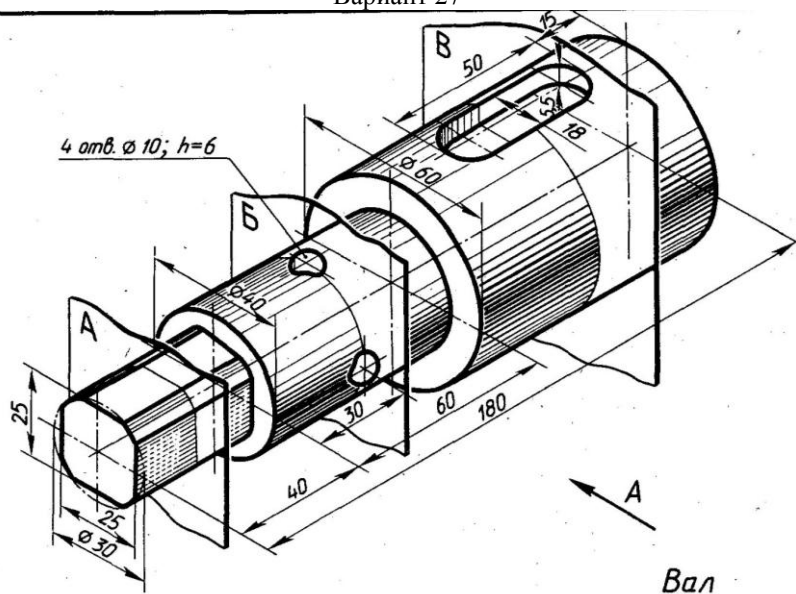


Вариант 26

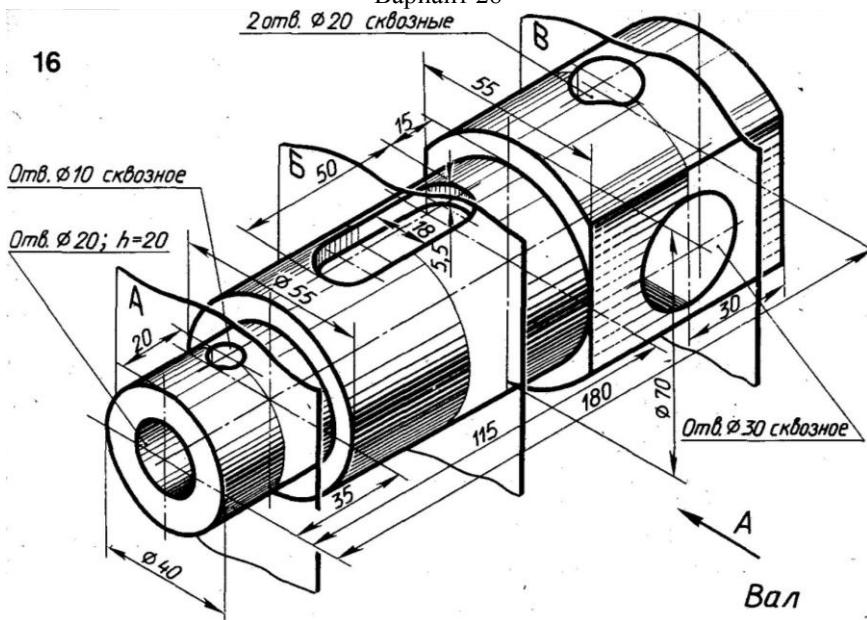
14



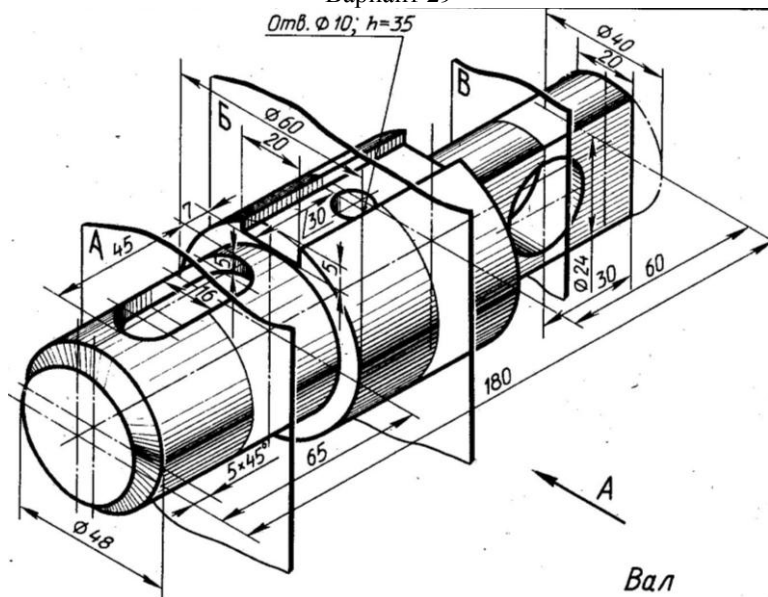
Вариант 27



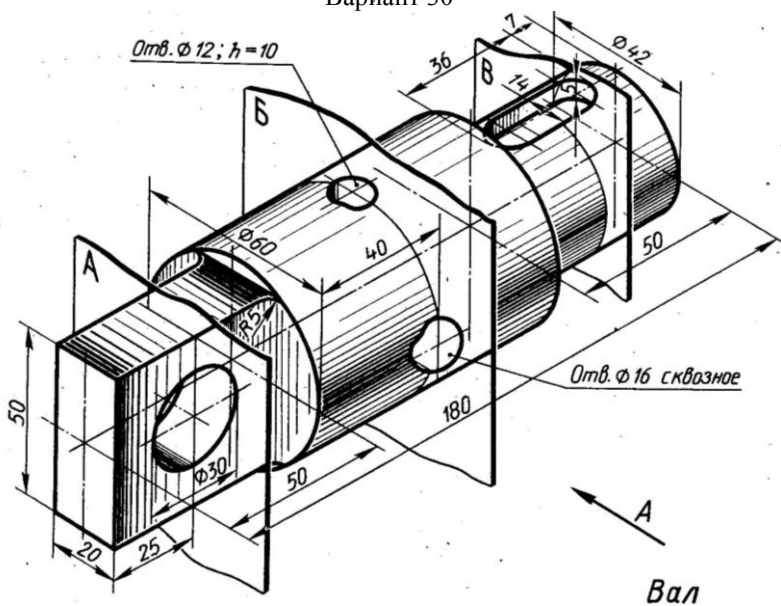
Вариант 28



Вариант 29



Вариант 30



Для заметок

Для заметок

Составители:

**Алексеев Евгений Николаевич;
Михинкевич Валерия Викторовна.**

Основы компьютерной графики

Практикум

Часть 4. «Использование библиотеки Shaft-2D»

Редактор

Компьютерная верстка: Е.Н. Алексеев; В.Я. Вульферт

Подписано в печать 2015г. Формат 60×84/16

Объем 2,25 уч. изд. л. Изд. №

Тираж экз.

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147.

