МИР 3D WORLD
частный некоммерческий
научно-популярный журнал
№ 2 (40)
2018

КОМПАС-3D: создание тел вращения

МИР 3D WORLD

частный
некоммерческий
научно-популярный журнал

№ 2 (40)
2018

Журнал для энтузиастов 3D-технологий /*март – апрель*/

Периодичность: 1 раз в 2 месяца.

Редакция

Главный редактор:
Дмитрий Усенков
(SCREW Black Light)

Координаты редакции
e-mail: mir-3d-world@yandex.ru
web: **http://mir-3d-world.ipo.spb.ru**

подписка:
Subscribe.Ru → hitech.video.mir3dworld

или по e-mail:
hitech.video.mir3dworld-sub@subscribe.ru

Содержание

3D-знания:
Осваиваем Компас-3D: создание тел вращения **3**
3D-software:
Заповедные жемчужины России в формате сферической панорамы **27**
Информация от наших партнеров:
Журнал «Компьютерные инструменты в школе» **32**

В коллаже на обложке использовано изображение логотипа системы 3D-конструирования «Компас-3D» фирмы АСКОН.

Условия распространения

- **Журнал является бесплатным для читателей и распространяется редакцией свободно.**
- **Неимущественные авторские права** на опубликованные материалы принадлежат их авторам, авторские права на журнал в целом принадлежат его редакции (© Дмитрий Усенков / SCREW Black Light).
- **Условия публикации в журнале авторских статей:** авторы передают редакции неисключительные права на публикацию и распространение своих статей в составе журнала или его фрагментов, не претендуя на какое-либо вознаграждение. Авторы могут публиковать эти же статьи в любых других изданиях. Согласование с редакциями этих изданий факта публикации статей в данном журнале возлагается на авторов.
- **Условия публикации в журнале новостной и др. информации, взятой из сети Интернет:** материалы, взятые из открытых публикаций в web, публикуются в редакторской обработке либо «как есть», с указанием ссылки на первоисточник.
- **Третьи лица могут распространять журнал свободно и бесплатно.** Вы можете включать выпуски журнала в любые комплекты своих материалов, в том числе распространяемые на коммерческой основе, при условии, что за собственно выпуски журнала никакая оплата не взимается. Выпуски журнала разрешается распространять «как есть»: целиком, без каких-либо изменений. **При перепечатке фрагментов материалов журнала** обязательны: сохранение ФИО автора (авторов), указание названия журнала («Мир 3D / 3D World»), номера и года его выпуска, а также адресов e-mail и web редакции.

М. – СПб.: СамСебяИздат, 2018

Осваиваем Компас-3D: создание тел вращения

Усенков Д.Ю.,
Москва

Перейдем теперь к освоению кинематической операции вращения. Кроме того, если раньше мы создавали модель практически «на глазок», то теперь научимся работать с инструментарием CAD-программы, позволяющим строго задавать и контролировать размеры изделия и расположение ключевых точек его эскиза.

Практикум

Создадим модель вала, объединенного с шкивом (рис. 34).

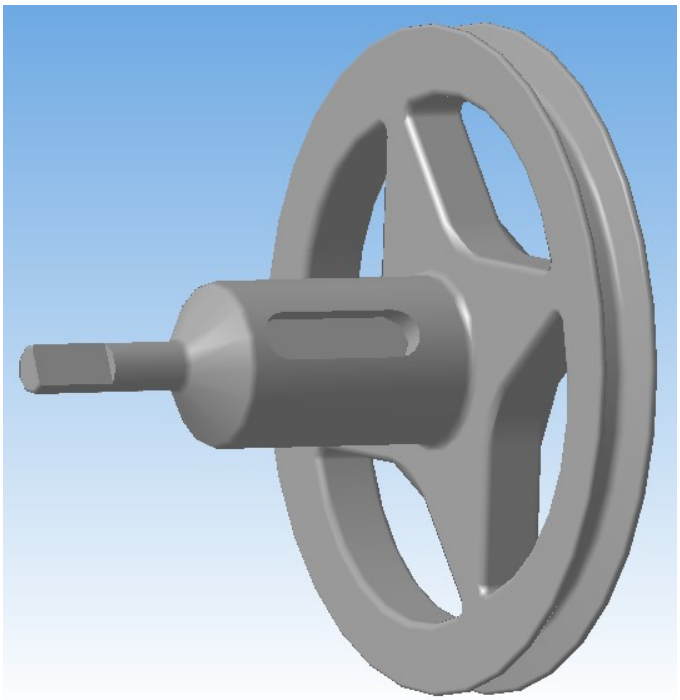


Рис. 34. Модель тела вращения – вала со шкивом

1. Создадим новый проект типа **Деталь**. Выберем в качестве рабочей координатную плоскость **XZ** (рис. 35).

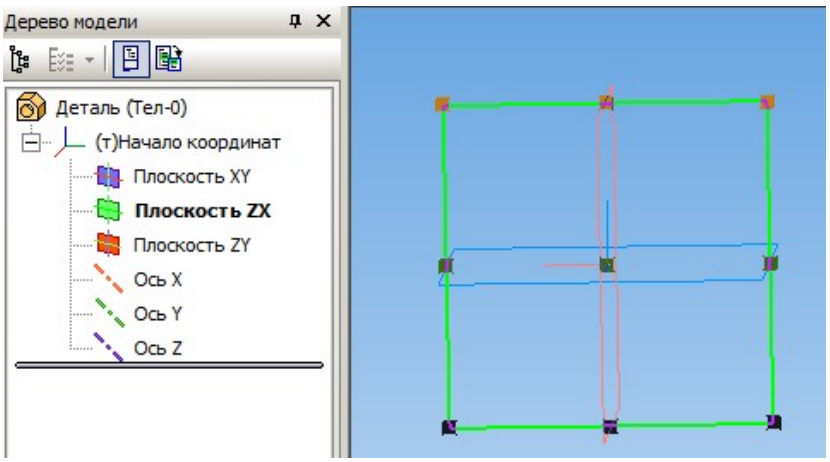


Рис. 35. Выбор рабочей плоскости XZ

2. Перейдем в режим черчения эскиза (кнопка).

Начнем вычерчивание эскиза слева направо, выбрав инструмент «**Ломаная**» (кнопка , расположена в комплексной панели инструментов в той же группе, что и кривая Безье). При этом постараемся как можно более точно вычертить все уступы будущего вала (но без учета фасок и скруглений, их мы добавим позже, уже на созданной 3D-модели). При черчении линии важно учитывать следующее:

– весь эскиз должен быть вычерчен **Основной** линией и должен располагаться только с одной стороны от оси вращения, поэтому начинаем чертить линию от горизонтальной оси и располагаем линию в верхней полуплоскости;

– чтобы при выполнении операции вращения получить твердотельную деталь, контур на эскизе должен быть замкнутым (можно сразу вычерчивать замкнутый контур или замкнуть его отрезком в конце черчения);

– расположение линии относительно вертикальной оси можно выбрать произвольно; лучше располагать на вертикальной оси часть линии, на модели соответствующую плоскости, которую удобно затем выбрать за «нулевую»;

– для завершения черчения ломаной нужно щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать в контекстном меню пункт **Создать ломаную**.

Для удобства черчения в панели глобальных привязок полезно включить опцию выравнивания для точного черчения горизонтальных и вертикальных отрезков ( ). Здесь же желательно включить привязку к сетке ( ). Кроме того, в панели текущего состояния нужно нажать кнопку **Сетка** ( ), чтобы координатная сетка была показана в рабочем окне. Пользуясь координатной сеткой, стараемся вычертить контур вала с максимально точными размерами.

Результат показан на рис. 36.

3. Теперь на созданном эскизе проведем *параметризацию* – наложим на отрезки ломаной ограничения, жестко определяющие форму эскиза. Для этого на комплексной панели нужно перейти в режим параметризации, нажав в ее верхней части кнопку . Нижняя часть комплексной панели при этом примет вид, показанный на рис. 37.

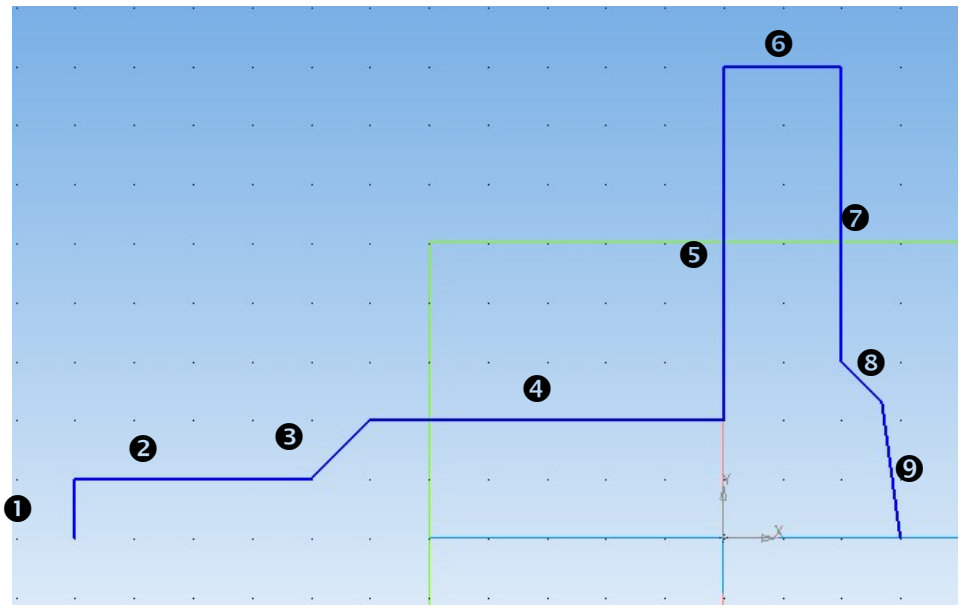


Рис. 36. «Черновой» эскиз для построения тела вращения
(номера отрезков добавлены для удобства последующих объяснений,
на эскизе они не проставляются)

Установить горизонтальность или вертикальность

Выровнять точки по горизонтали/по вертикали, соединить в одну, сделать симметричными или разместить точку на кривой

Параллельность и перпендикулярность отрезков

Установить касание двух кривых

Зафиксировать координаты точки

Равенство радиусов или длин отрезков

Зафиксировать значение размера

Установить значение размера

Параметризация выделенных объектов

Показать/удалить ограничения (списком в отдельном окне)

Рис. 37. Нижняя часть комплексной панели в режиме параметризации

1) Нажмем кнопку ( ) («сделать горизонтальными») и поочередно щелкнем мышью на отрезках под номерами 2, 4, 6 и 8 (см. рис. 36). При наведении курсора мыши выбранный отрезок выделяется красным цветом. Нетрудно видеть, что отрезок 8, который был вычерчен нами небрежно, стал горизонтальным.

2) Выберем в этой же группе кнопку ( ) («сделать вертикальным») и поочередно щелкнем мышью на отрезках под номерами 1, 5, 7, 9. Теперь выровнен и отрезок 9.

4. Теперь нужно установить и проконтролировать размеры. Простановку размеров следует начинать с левого края либо от «нулевой плоскости» (т.е. от вертикальной оси на эскизе). Мы начнем простановку размеров от вертикальной оси, которая соответствует плоскости шкива.

Для простановки размеров нужно выбрать на комплексной панели соответствующий режим (кнопка). Вид нижней части комплексной панели в этом режиме показан на рис. 38.

Линейный размер (группа кнопок с различными вариантами)
Диаметр
Радиальный размер (два варианта)
Угловой размер (несколько вариантов)
Размер высоты

Рис. 38. Нижняя часть комплексной панели в режиме простановки размеров

Первым выбираем расстояние от начала координат до крайней слева точки эскиза (начала отрезка 1). Нажимаем кнопку ( ) («линейный размер») и щелкаем мышью сначала в начале координат, а затем на «образмериваемой» точке. В появившемся окне проверяем значение в поле **Выражение** – оно должно быть равно 55 мм (рис. 39). После нажатия в этом окне кнопки **ОК** на эскиз будет добавлена соответствующая размерная линия (рис. 40).

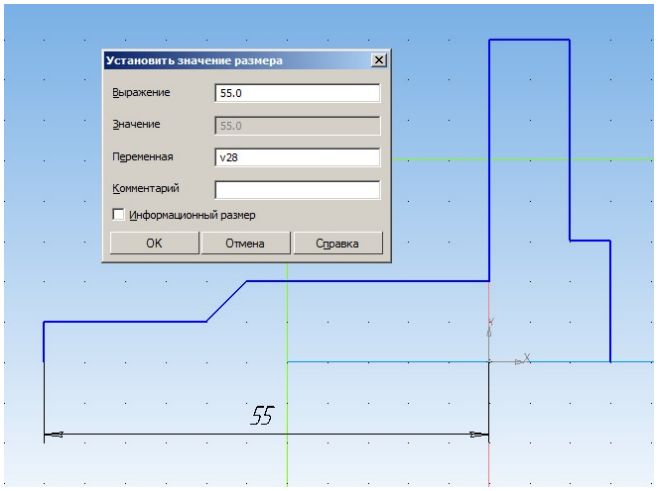


Рис. 39. Простановка первого размера

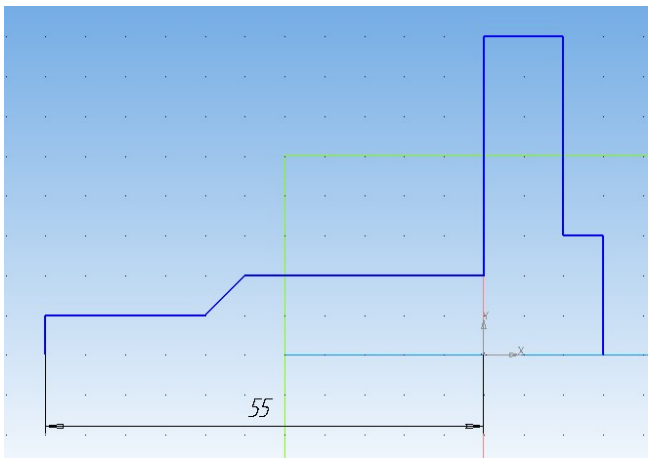


Рис. 40. Первый размер проставлен

Важно! Простановку размера **начинаем с начала координат**, чтобы размеры отсчитывались от горизонтальной и от вертикальной осей.

Аналогичным способом (от нулевой точки) назначаем вертикальные размеры (см. рис. 41), при необходимости изменяя значение в поле **Выражение**. Важно проследить, чтобы начало и конец ломаной линии оставались при этом строго на горизонтальной оси.

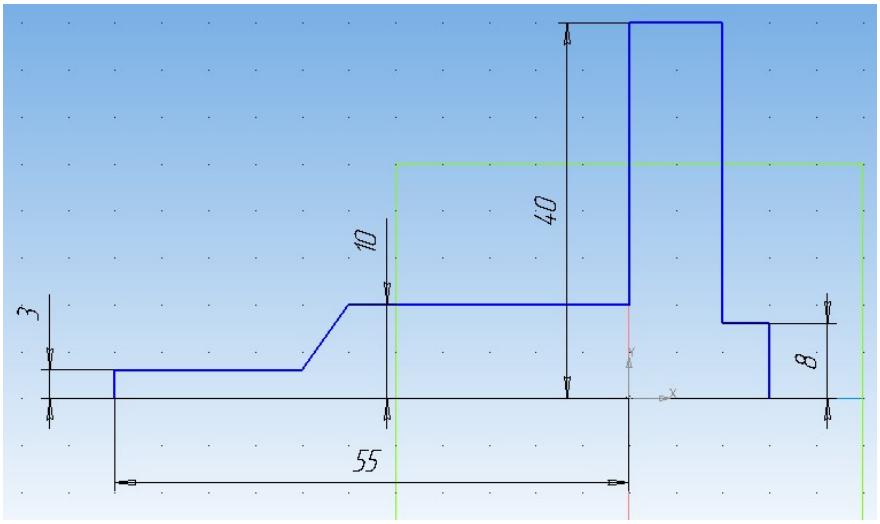


Рис. 41. Вертикальные размеры

Завершаем простановку горизонтальных размеров (рис. 42). Толщину шкива отсчитываем от нулевой точки, остальные горизонтальные размеры проставляем просто между концами соответствующих отрезков.

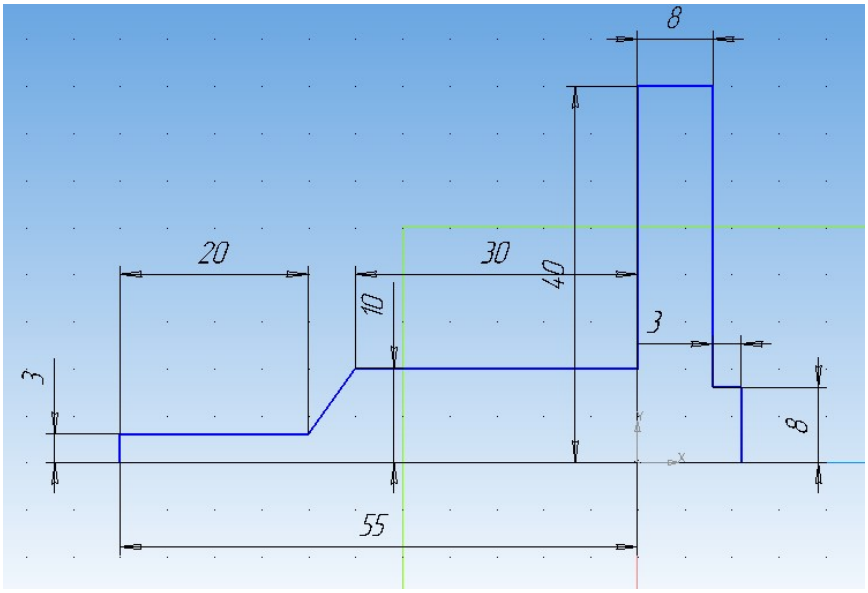


Рис. 42. Простановка размеров завершена

Замкнем контур, дочертив горизонтальный отрезок от начальной точки ломаной до конечной ее точки (рис. 43).

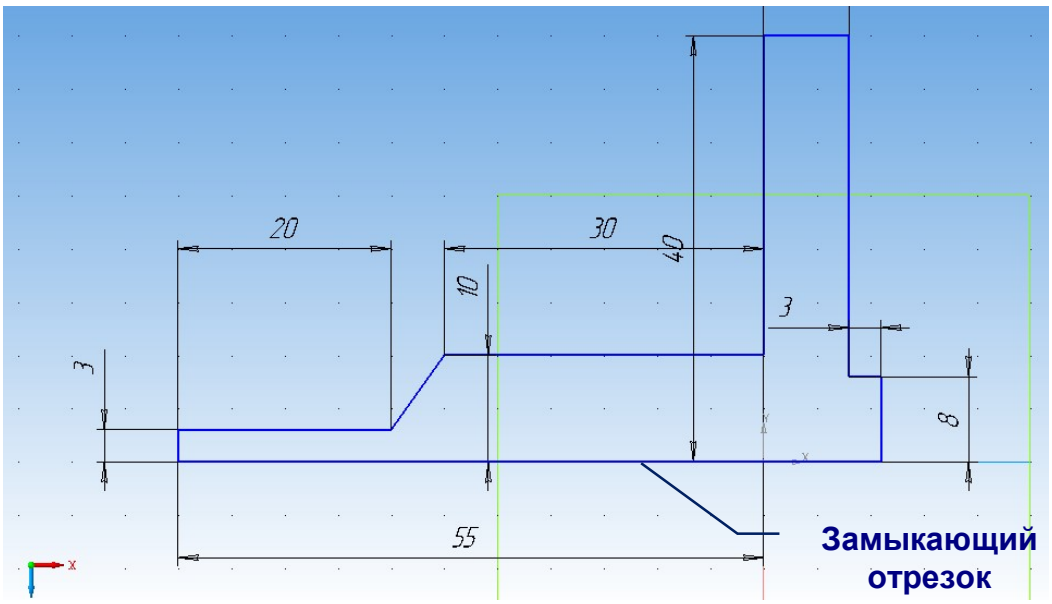


Рис. 43. Замыкание контура вдоль горизонтальной оси

Правила простановки размеров

– Размеры всегда нужно устанавливать между опорными точками вычерченных объектов (углы прямоугольника, узлы ломаной, центры окружностей и т.д.) и/или нулевой точкой: обычно такие точки при наведении на них курсора мыши помечаются как «Ближайшая точка». Только такие размеры позволяют изменять размеры вычерченных элементов эскиза. Если при простановке размера соответствующий элемент эскиза сместился относительно нулевой точки (например, при уменьшении/увеличении размеров прямоугольника), то можно восстановить его расположение, задав нужное расстояние от нулевой точки до опорной точки элемента эскиза.

– При задании линейных размеров по умолчанию подразумевается непосредственно расстояние между выбранными точками. Если требуется установить размер по горизонтали или по вертикали, то нужно прямо во время вычерчивания размерной линии (когда уже отмечены обе точки, но линия еще не «закреплена) щелкнуть правой кнопкой мыши и в раскрывшемся контекстном меню (рис. 44) выбрать пункт **Горизонтально** или **Вертикально**. Этот выбор запоминается при дальнейшем вводе размеров; при необходимости можно в данном меню выбрать другой пункт.

– Размеры окружностей (радиус, диаметр) проставляются при помощи отдельных кнопок. Нет смысла пытаться, например, задавать радиус окружности как линейный размер от центра до точки на окружности.

– Если окно ввода размера не раскрывается, а на чертеже сразу появляется размерная линия с обозначенной величиной, то это означает, что создан «информационный» (справочный) размер, который никак не меняет размеры элементов эскиза. «Информационный» размер обычно проставляется, если при задании размера выбрана не опорная точка или если данный размер является излишним (т.е. размеры, форма и расположение элемента эскиза однозначно заданы другими размерами либо привязкой данного элемента к другим линиям эскиза).

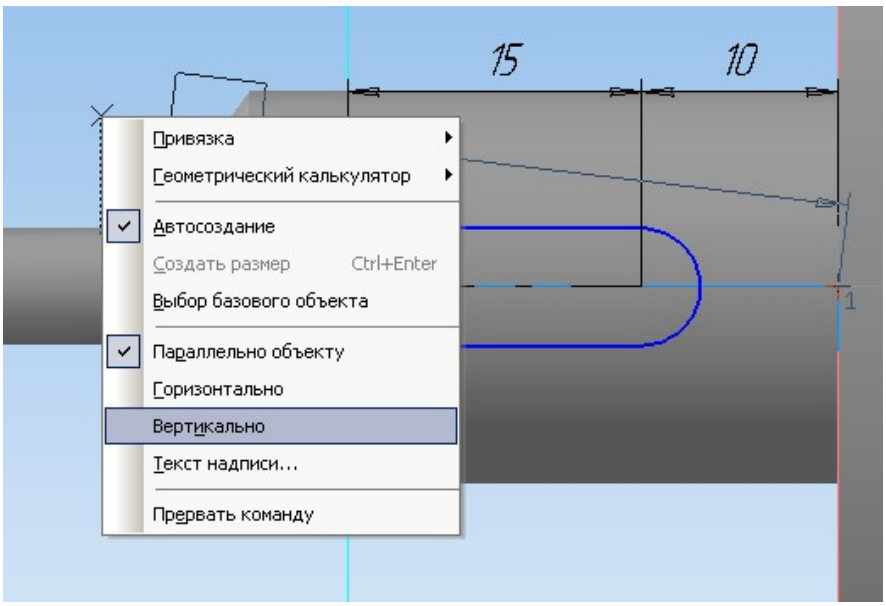
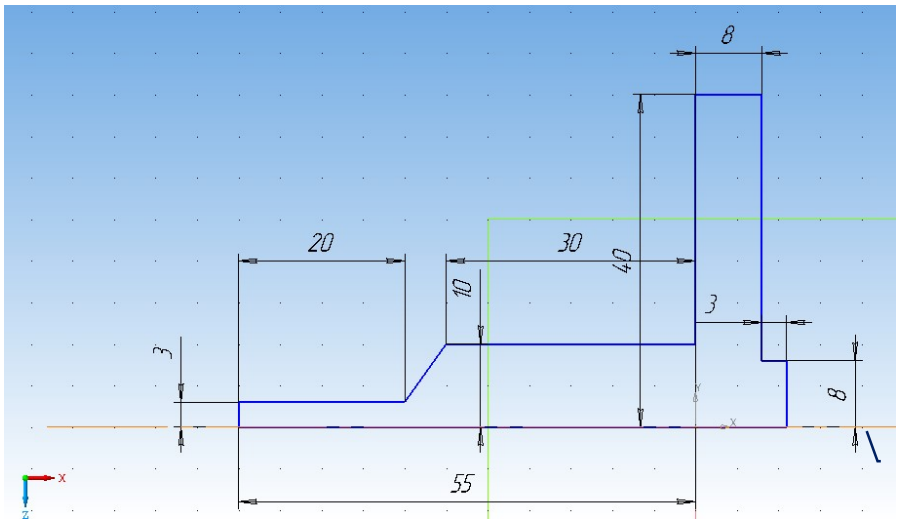


Рис. 44. Меню выбора расположения проставляемого размера

5. Выбрав стиль линии **Осевая**, вычерчиваем горизонтальный отрезок, совпадающий с горизонтальной осью координат. Это – будущая ось вращения нашего эскиза (рис. 45).



Ось

Рис. 45. Добавление в эскиз оси вращения

Завершив создание эскиза, возвращаемся в режим 3D-моделирования (кнопка).

6. Выполним операцию вращения вычерченного эскиза вала вокруг заданной в том же эскизе оси вращения. Для этого выделим эскиз в дереве модели и в комплексной панели выберем кнопку **Операция вращения** ( ) – она находится в той же группе кнопок, что и кнопка операции выдавливания.

В рабочем окне мы увидим предполагаемое изображение создаваемого вала (рис. 46). В панели параметров операции вращения нам в данном случае ничего менять не нужно, достаточно нажать кнопку для подтверждения. Вал будет создан (рис. 47).

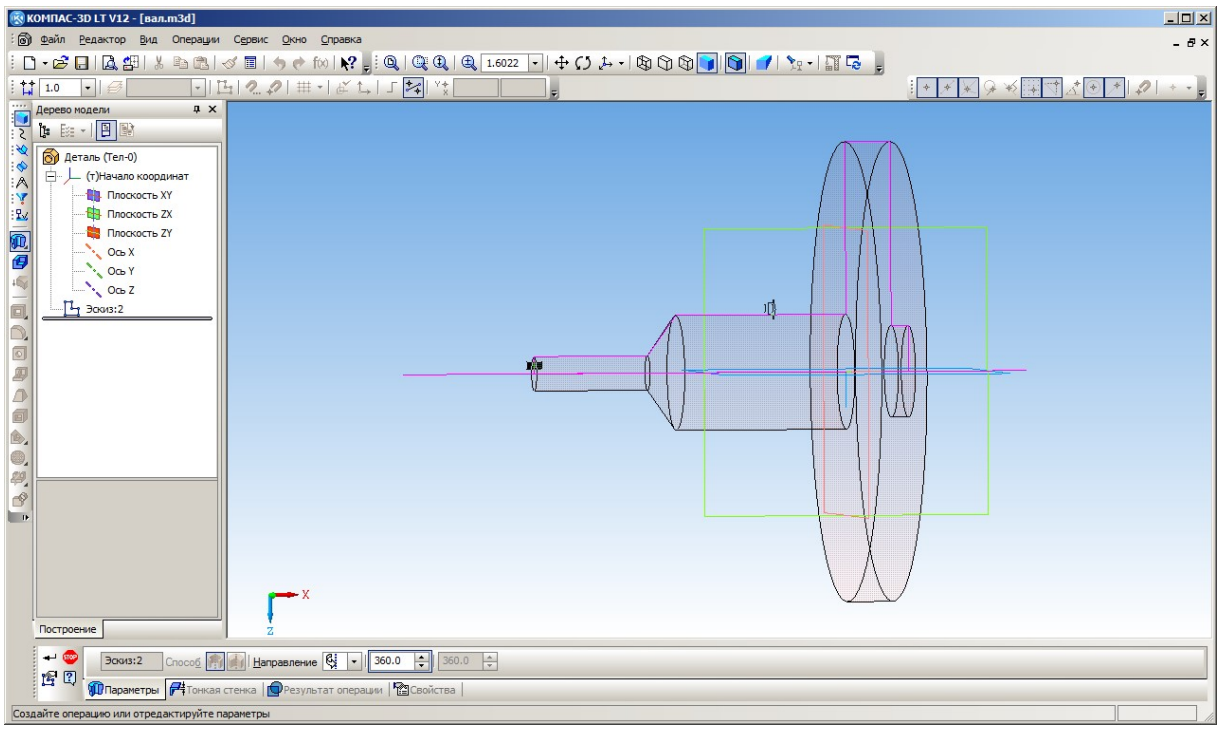


Рис. 46. Выполнение операции вращения

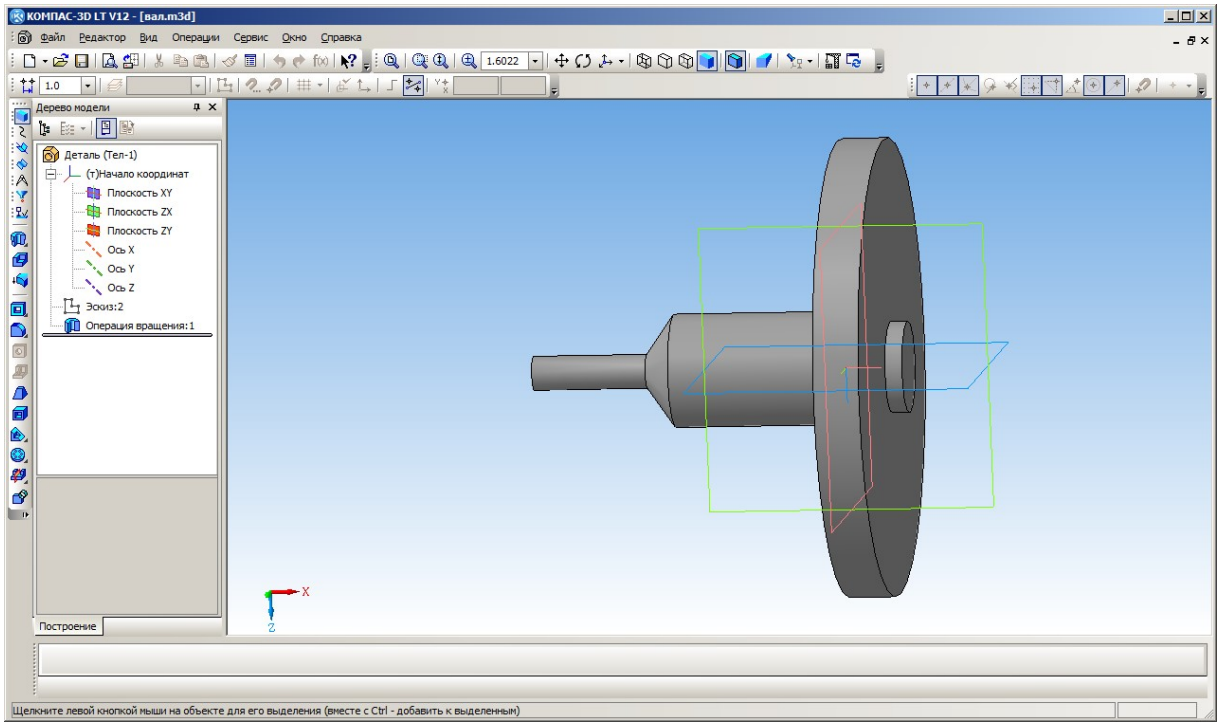


Рис. 47. Созданный вал со шкивом

7. Теперь создадим паз на цилиндрической части вала.

Выберем для модели вид спереди, а затем в дереве модели выберем плоскость **ZX** (раскрыв поддерево элемента **Начало координат**) и создадим параллельную ей рабочую плоскость, касательную к поверхности вала.

Для этого в комплексной панели (слева) нужно нажать кнопку **Вспомогательная геометрия** , а затем нажатием мышью раскрыть панель кнопок для построения вспомогательных плоскостей (рис. 48). Здесь нужно выбрать кнопку

Смещенная плоскость, позволяющая построить плоскость, параллельную заданной, и отстоящую от нее на заданное расстояние.

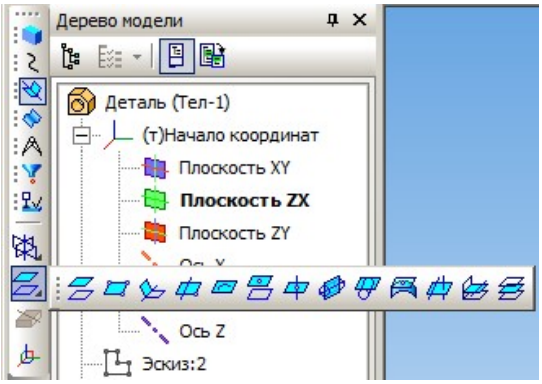


Рис. 48. Панель кнопок построения вспомогательных плоскостей

В панели параметров операции (внизу) зададим расстояние смещения, равное радиусу вала (**10**), и такое направление смещения (), чтобы создаваемая плоскость располагалась сверху. На виде спереди ее положение отмечено черным квадратиком (на рис. 49 отмечен стрелкой). Нажмем кнопку для выполнения операции, а затем – кнопку для отказа от построения других смещенных плоскостей.

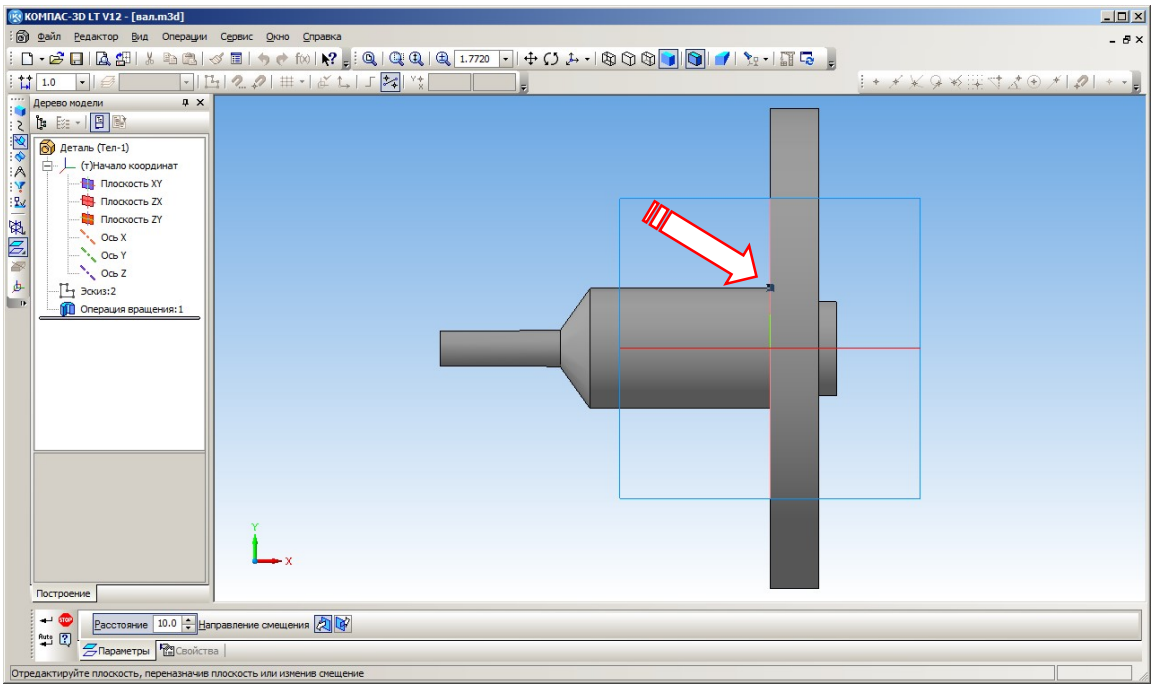


Рис. 49. Создание вспомогательной плоскости

Теперь выберем в дереве модели только что созданную смещенную плоскость. Далее можно нажать кнопку и начать построение эскиза, но можно сделать иначе. В программе Компас-3D имеется библиотека готовых конструктивных элементов, в том числе эскизов различных пазов, канавок и отверстий. Для доступа к ней достаточно в меню **Операции** выбрать пункт **Эскиз из библиотеки** – на экране появится соответствующая панель (рис. 50, за ее показ отвечает кнопка **Выбор эскиза** в нижней панели параметров).

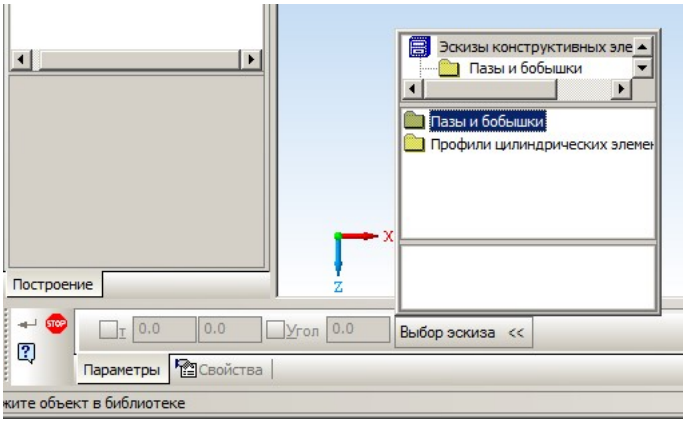


Рис. 50. Панель библиотеки готовых конструктивных элементов (эскизов)

В этой панели выберем папку **Пазы и бобышки**, а затем нужный тип паза (в нижней части панели отображается чертеж выбранного элемента – рис. 51). Нам подойдет вариант **Паз 1**. Остается нажать кнопку ↵.

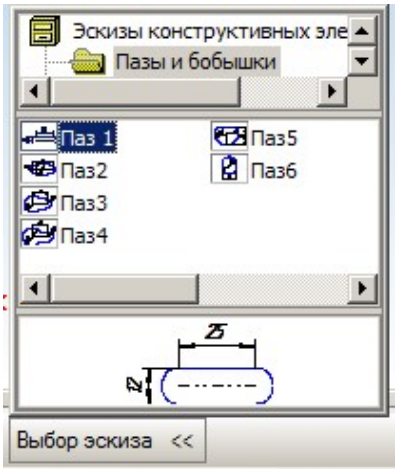


Рис. 51. Выбор паза

Паз создан, но его размеры и расположение (рис. 52) нас не устраивают.

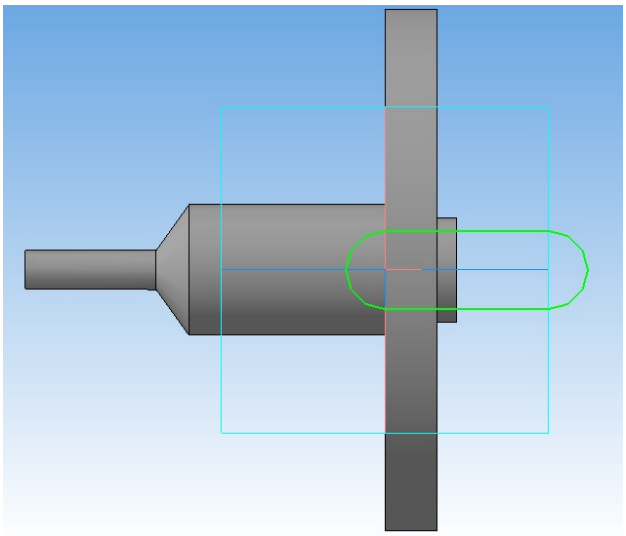


Рис. 52. Паз создан, но нужно изменить его размеры и расположение

Перейдем к «образмериванию» эскиза. Для этого нужно выбрать только что созданный эскиз в дереве модели, нажать кнопку для перехода в режим редактирования эскиза, а на комплексной панели нажать кнопку **Размеры**. Мы увидим, что два размера (ширина паза и межцентровое расстояние) уже заданы (рис. 53).

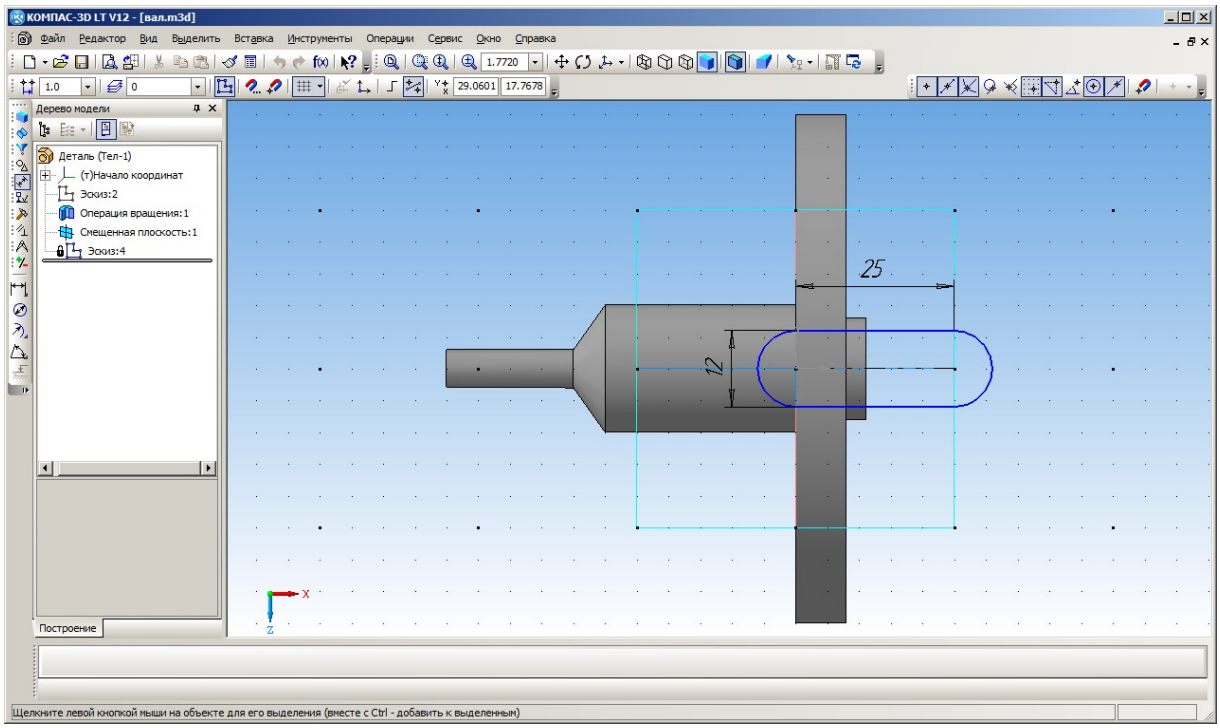


Рис. 53. «Образмеривание» паза

Изменим их. Для изменения значения размера нужно выполнить на этом значении двойной щелчок мышью и в открывшемся окне изменить число в поле **Выражение**. Зададим ширину паза равной 6 мм, а расстояние между центрами – равным 15 мм (рис. 54).

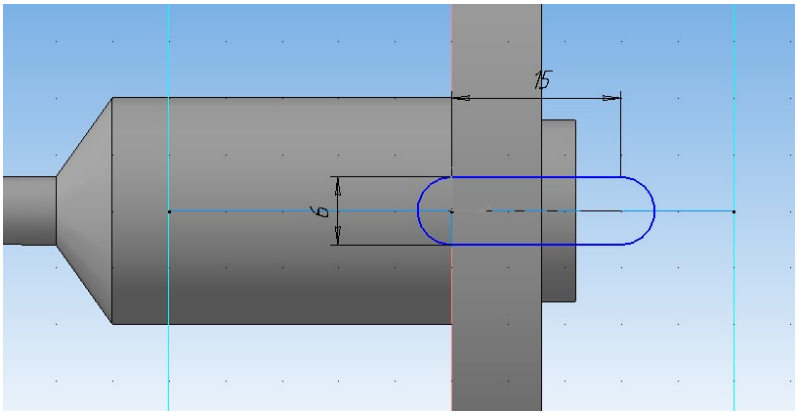


Рис. 54. Изменение размеров паза

Для правильного позиционирования паза выделим его (весь, «растягивая» мышью прямоугольную область вокруг него, а не щелчками мыши на отдельных его элементах!), перетащим эскиз левее на «тело» вала, а затем зададим расстояние от нулевой точки (начала координат) до центра правой окружности (рис. 55).

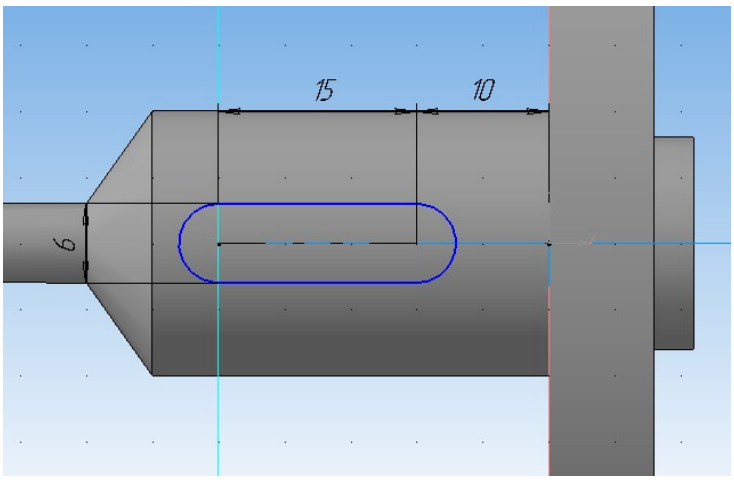


Рис. 55. Позиционирование паза

Завершив работу с эскизом паза (кнопка), возвращаемся в режим трехмерного моделирования. Выбираем созданный эскиз паза и в комплексной панели нажимаем кнопку **Вырезать выдавливанием** . В панели параметров операции задаем прямое направление, режим вырезания на расстояние и значение этого расстояния, равное 3 мм (уклон оставляем нулевым). В рабочем окне можно проконтролировать предполагаемый вид паза (рис. 56; выбирайте наиболее удобный ракурс и масштаб отображения детали).

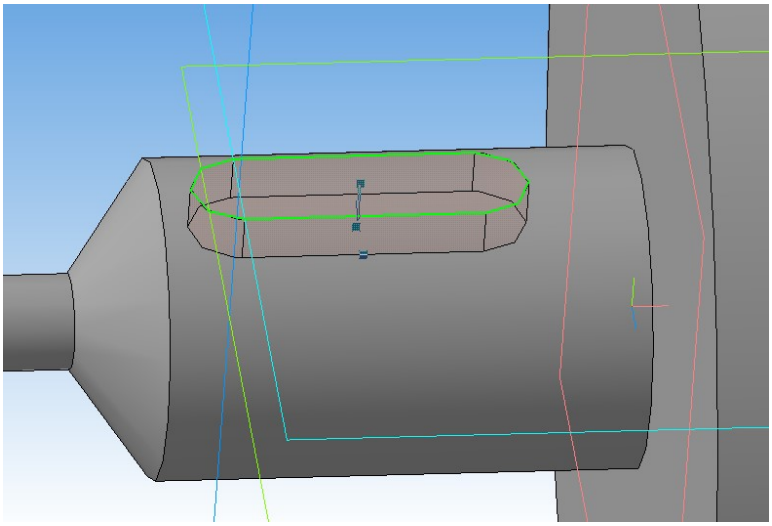


Рис. 56. Создание паза по эскизу

Остается подтвердить операцию кнопкой . Паз создан.

8. Следующая операция – «проточка» шлица на узкой части вала. Для этого выберем в качестве рабочей плоскости левый торец вала и перейдем в режим черчения эскиза. Обязательно проконтролируем, чтобы ось Y была направлена вверх (а не вниз), в противном случае принудительно выберем в списке ракурсов вид слева.

Эскиз изображаем в виде прямоугольника по двум точкам (кнопка). Удобнее всего сначала нарисовать его приблизительно, начиная от вертикальной оси и «растягивая» вправо (рис. 57).

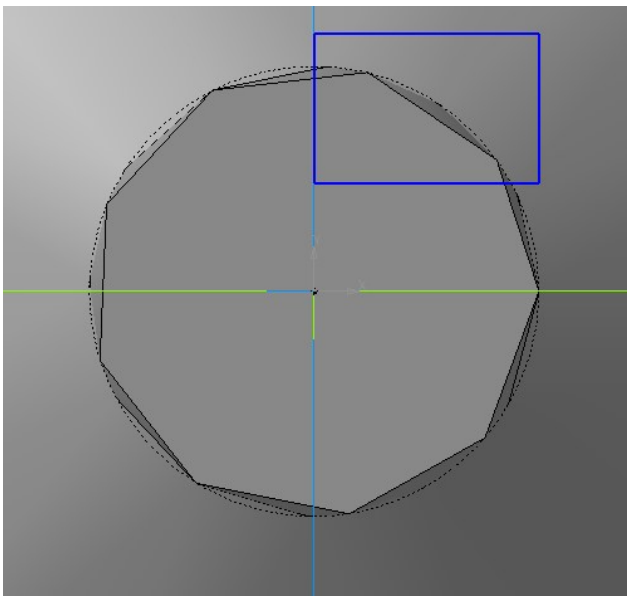


Рис. 57. Заготовка прямоугольника для шлица

Теперь задаем размер – расстояние между центром вала и вершиной прямоугольника, расположенной на вертикальной оси (рис. 58). После этого обязательно «сбрасываем» режим выполнения этой операции нажатием кнопки .

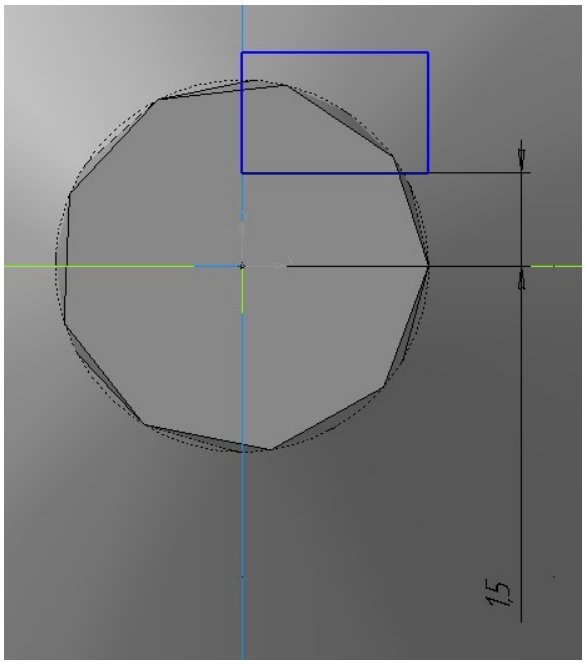


Рис. 58. Задание расстояния от оси вала до шлица

И наконец, перетаскивая мышью левую границу прямоугольника, растягиваем его так, чтобы он полностью охватывал собой нужный («срезаемый») сегмент (рис. 59).

Эскиз готов – возвращаемся в режим трехмерного моделирования (кнопка).

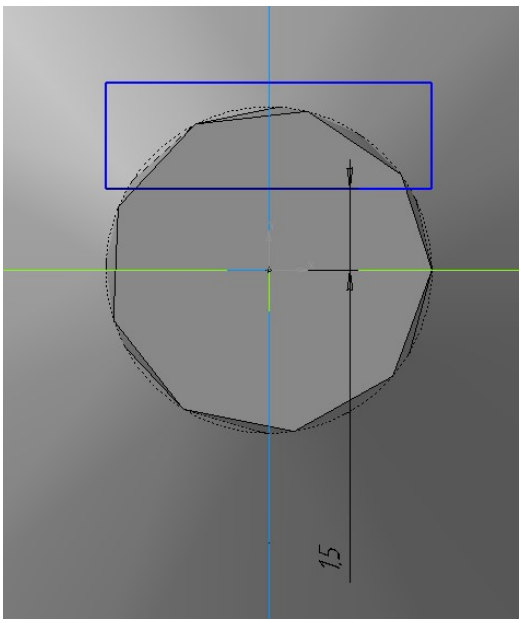


Рис. 59. Эскиз шлица создан

Снова нажимаем кнопку **Вырезать выдавливанием** , в панели параметров указываем: прямое направление, вырезать на заданное расстояние 10 мм, нулевой уклон (рис. 60).

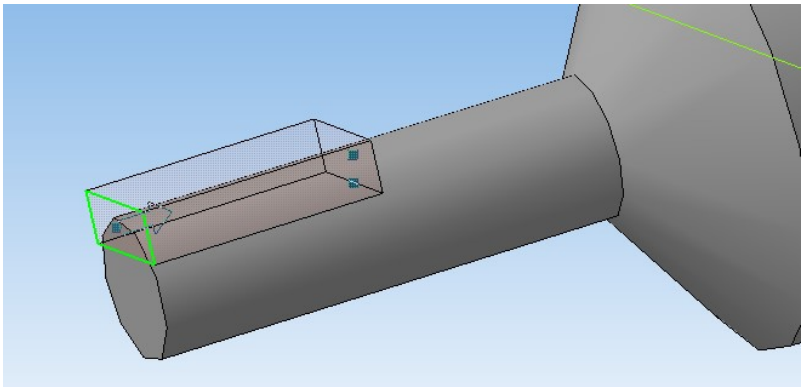


Рис. 60. Вырезание шлица

Подтверждаем операцию (кнопка) – шлиц создан (рис. 61).

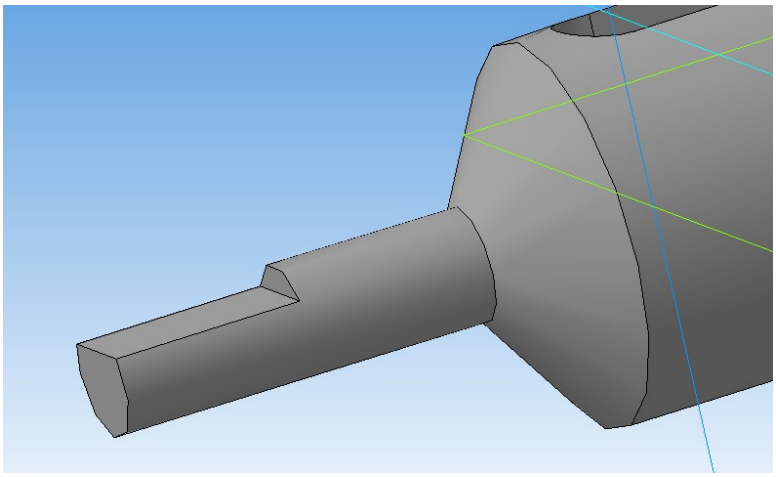


Рис. 61. Шлиц создан

9. Теперь нужно в шкиве «проточить» канавку.

Выбираем ракурс «вид спереди» и в качестве рабочей выбираем плоскость XY. Переходим в режим черчения эскиза.

Используя кнопку **Ломаная** (она расположена в той же группе кнопок, что и кривые Безье и NURBS), изобразим на верхней части контура шкива замкнутую фигуру – трапецию (рис. 62). Для завершения создания ломаной линии нужно щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать пункт **Создать ломаную**.

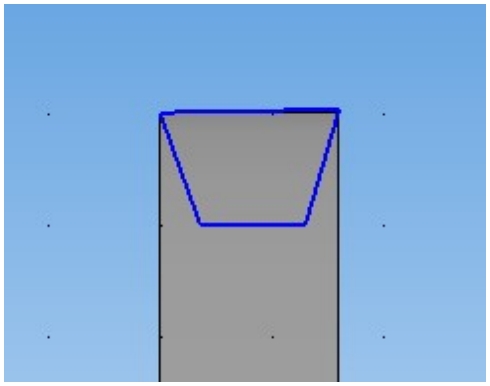


Рис. 62. Заготовка профиля канавки

Параметризуем чертеж (кнопка в комплексной панели) – укажем, что верхняя и нижняя стороны фигуры должны быть строго горизонтальными.

«Образмерим» эскиз. Сначала зададим расстояние (40 мм) от начала координат до верхнего левого угла фигуры. Затем зададим глубину канавки, указав расстояние от начала координат до нижнего левого угла фигуры.

Следующим шагом нужно немного сузить эскиз, чтобы по краю шкива оставались рёбра. Для этого воспользуемся возможностью редактирования собственно контура фигуры. Выполним на верхней стороне фигуры двойной щелчок мышью – этот отрезок будет выделен, а внизу появится панель его параметров (рис. 63).

В нижней панели мы видим две пары полей: **т1** и **т2**. Это, соответственно, координаты начальной и конечной точек отрезка; очевидно, что левое поле в каждой паре соответствует координате *x*, а правое – координате *y*. Значение координаты *y* для обеих точек одинаково и равно **40.0**. Меняем значение координаты *x* одной точки с **0.0** на **1.0**, а для второй точки задаем значение координаты *x* равным **7.0** (т.е. оставляем по краю шкива рёбра толщиной 1 мм). Подтверждаем выполнение операции кнопкой . Мы увидим, что наш эскиз теперь расположен «внутри» контура шкива.

Остается аналогичным способом указать расположение концов нижней стороны эскиза, определив тем самым уклон боковых стенок канавки. Задаем для этих точек значения координаты *x* равными **2** и **6** мм соответственно.

Эскиз готов (рис. 64). Добавляем горизонтальную ось вращения – отрезок, совпадающий с осью X и вычерченный стилем «осевая линия». Нажимаем кнопку .

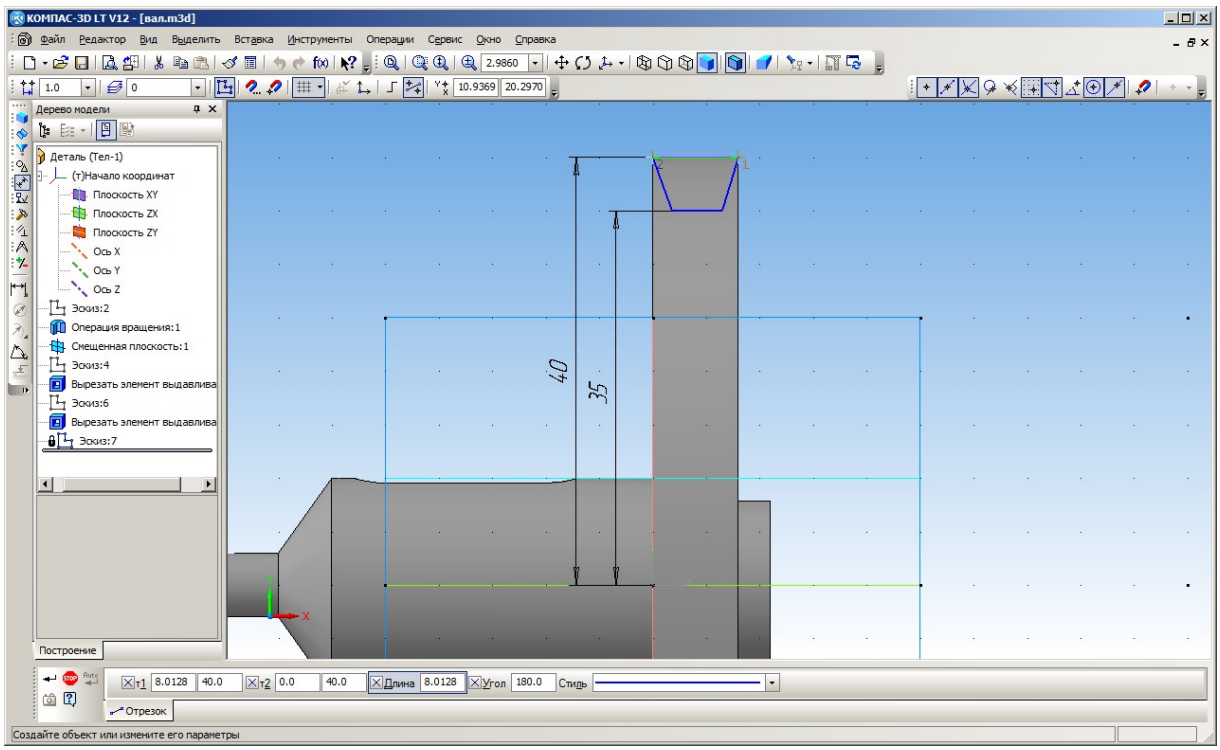


Рис. 63. Редактирование контура фигуры

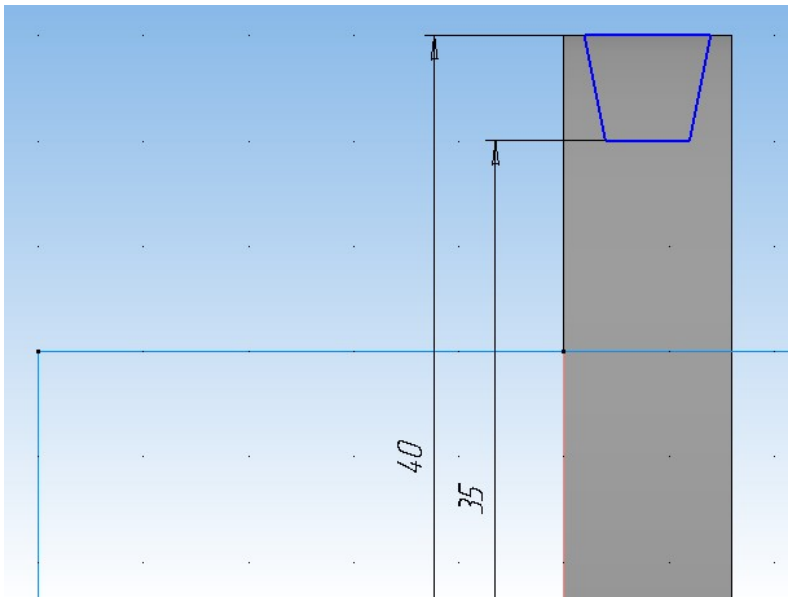


Рис. 64. Эскиз профиля канавки шкива

Выбираем созданный эскиз профиля канавки в дереве модели. В комплексной панели выбираем в той же группе кнопок, где расположена уже знакомая нам кнопка вырезания отверстия, кнопку – **Вырезать вращением**. В ее панели параметров ничего менять не требуется – достаточно проконтролировать, чтобы угол, на который производится вращение, был равен 360° (полный поворот), и нажать кнопку подтверждения . Канавка будет аккуратно прорезана по всей окружности шкива (рис. 65).

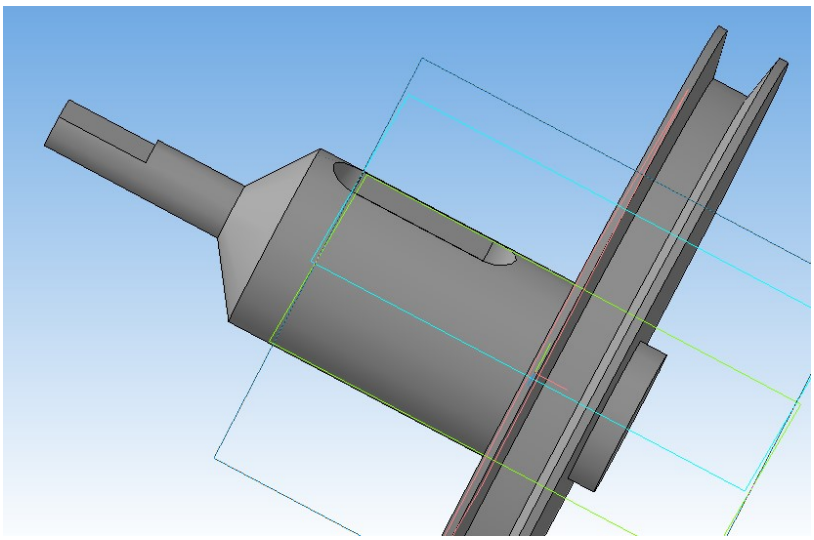


Рис. 65. Канавка шкива готова

10. На шкиве сделаем прорези для уменьшения веса конструкции.

Выбираем в качестве рабочей плоскости правую грань шкива. Переходим к созданию эскиза (устанавливаем ракурс «вид сзади», чтобы ось Y была направлена вверх, и режим отображения каркаса, чтобы видеть расположенный за шкивом вал и не «заехать» вырезами на него).

В одной из четвертей круга, соответствующего грани шкива, изображаем замкнутую ломаную в виде треугольника (рис. 66). Напомним: для завершения создания ломаной линии нужно щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать пункт **Создать ломаную**.

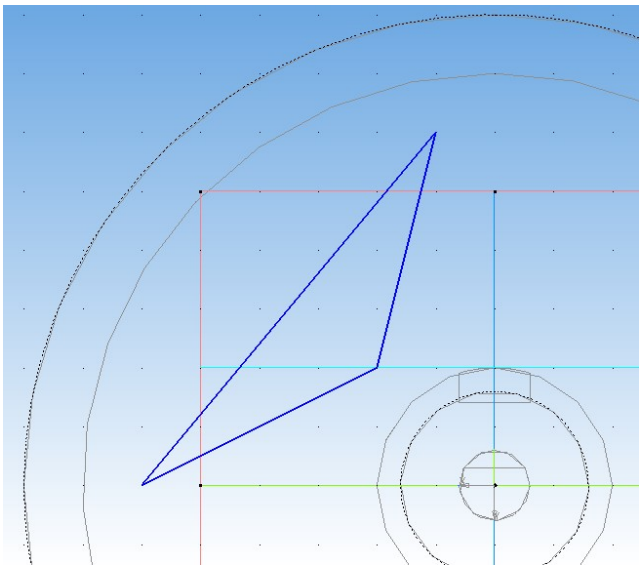


Рис. 66. Рисование треугольной заготовки выреза

Добавляем к построенному треугольнику дугу по трем точкам (кнопка): сначала выбирается первая из вершин треугольника вблизи края шкива, затем точка на середине дуги, а последней – вторая вершина треугольника (рис. 67, точки пронумерованы в порядке их указания при рисовании дуги).

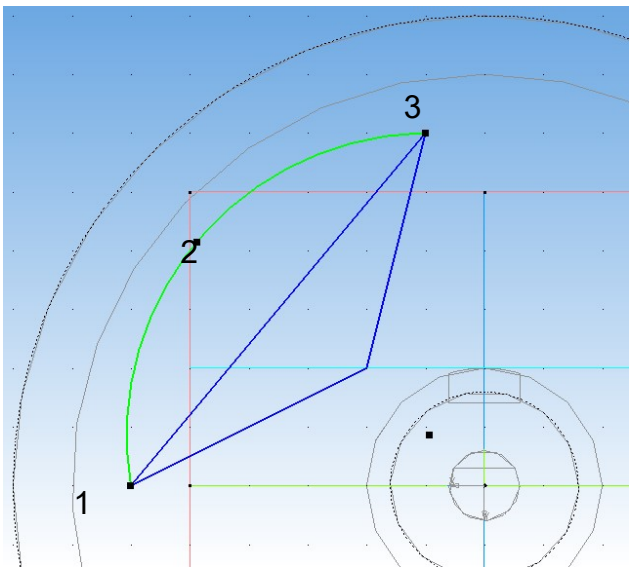


Рис. 67. Добавление дуги

Выделяем сторону треугольника, на которой была построена дуга, и удаляем ее нажатием клавиши **Delete**. Получаем секторный контур (рис. 68).

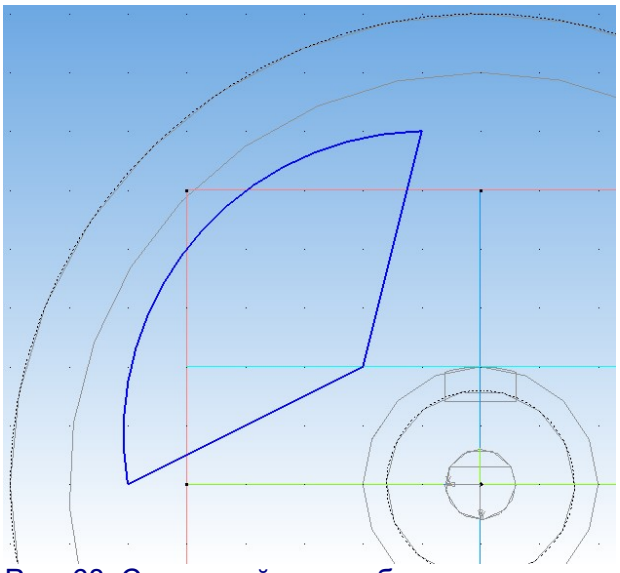


Рис. 68. Секторный контур будущего выреза

Выполняем скругление угла, расположенного ближе к центру вала (кнопка) радиусом 3 мм (задается в соответствующем поле в нижней панели параметров операции). Для этого нужно последовательно щелкнуть мышью на одной, а затем на другой стороне фигуры, между которыми добавляется скругление (рис. 69). Эскиз прорези готов – выходим из режима черчения эскизов.

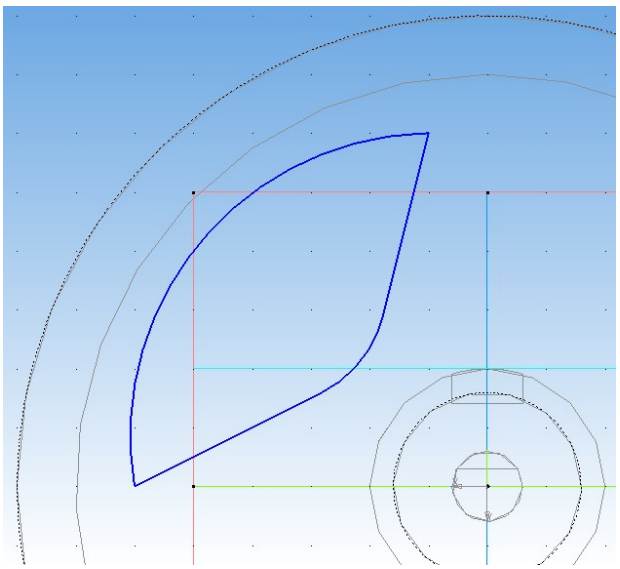


Рис. 69. Эскиз прорези готов

Выполняем прорезь. Для этого выбираем созданный эскиз в дереве модели и нажимаем в комплексной панели кнопку **Вырезать выдавливанием** . В ее панели параметров даем следующие установки:

– прямое направление,

– нулевой уклон,

– режим вырезания – **До поверхности**,

– в рабочем окне выделяем вторую грань шкива, до которой нужно прорезать отверстие, – эта грань будет подсвечена красным цветом (рис. 70).

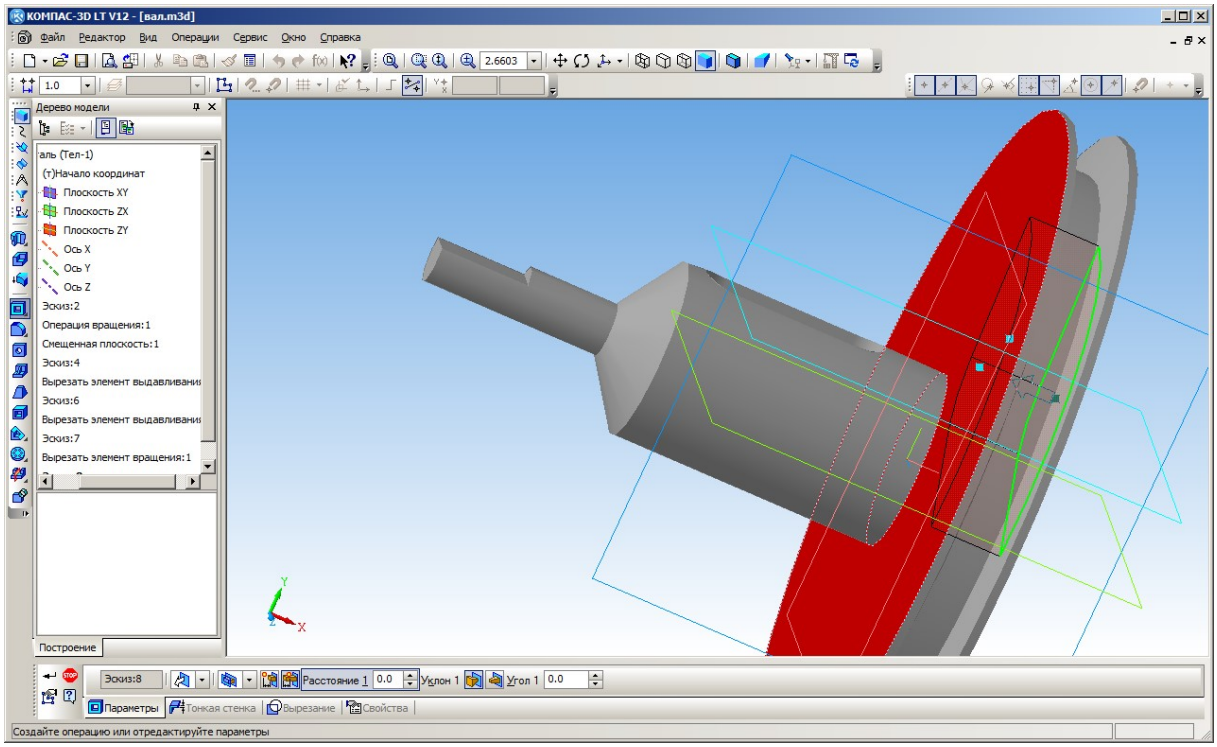


Рис. 70. Выбор поверхности, до которой выполняется прорезывание отверстия

После нажатия кнопки подтверждения операции ( ) прорезь готова (рис. 71).

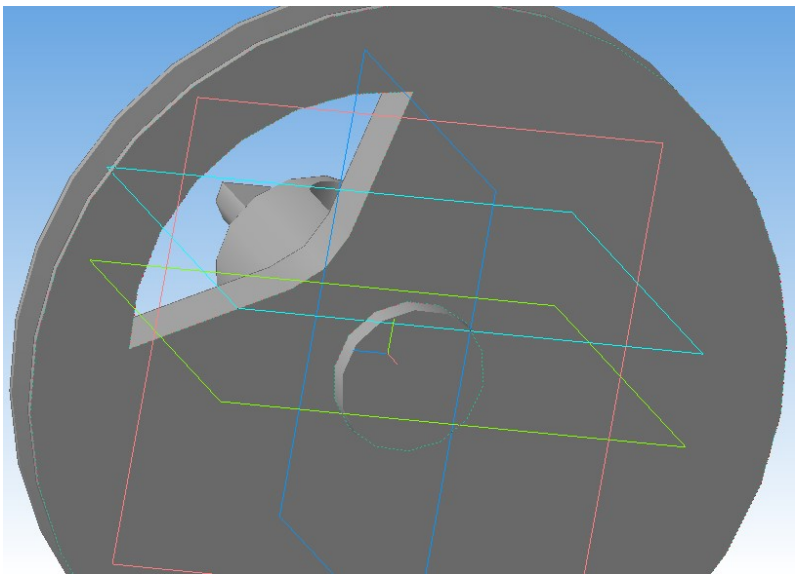


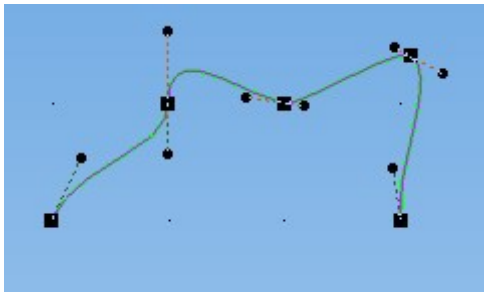
Рис. 71. Созданная прорезь

Использование кривых Безье и NURBS

В данном случае мы пользовались для создания эскиза прорези инструментом создания ломаной линии (кнопка). В этой же группе кнопок также имеются инструменты для вычерчивания кривых: линии Безье и линии NURBS.

– **Кривая Безье** (кнопка) – это привычный инструмент рисования для, например, пользователей текстового процессора Microsoft Word. При рисовании кривой сначала требуется щелчками мыши пометить «узловые точки» кривой, а затем, когда кривая уже создана, можно выделить ее, щелкнуть на требуемой узловой точке правой кнопкой мыши, выбрать в контекстном меню пункт **Редактировать**, а потом, перетаскивая мышью концы «привязанных» к узловым точкам «рычагов», отрегулировать изгибы кривой (рис. 72, а). В любом случае кривая Безье всегда проходит через все свои узловые точки.

– **Кривая NURBS** (кнопка) отличается от кривой Безье тем, что в NURBS проставляемые щелчками мыши «узловые точки» не лежат на созданной кривой (кроме самой первой и самой последней точек, задающих концы линии). Кривая лишь как бы «оттягивается с некоторым усилием» в сторону той или иной «узловой» точки (рис. 72, б). Регулировку формы построенной кривой NURBS можно позже выполнить, перетаскивая мышью ее «узловые» точки.

а) 

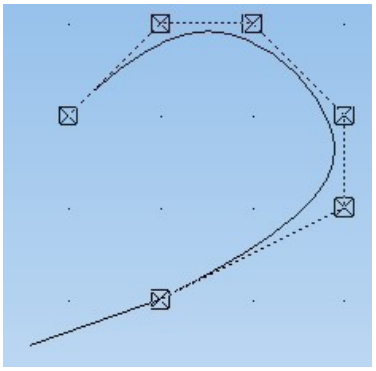
б) 

Рис. 72. Редактирование кривой Безье (а) и построение кривой NURBS (б)

11. «Размножим» созданную прорезь по всей поверхности шкива – сделаем еще три копии этой прорези в оставшихся секторах круга. Для этого нам не нужно заново рисовать эскизы, не нужно даже копировать имеющийся эскиз и по нему прорезать отверстия, – Компас-3D предоставляет в наше распоряжение мощный инструмент копирования конструктивных элементов – *работу с массивами*.

Прежде всего, выделяем в дереве модели элемент, который нужно «размножить», – в данном случае это элемент «**Вырезать элемент выдавливания:3**», он будет подсвечен в рабочем окне на модели.

Далее в комплексной панели находим и выбираем (нажимаем) кнопку – **Массив по концентрической сетке**. Ее назначение – располагать копии выбранного элемента через равные расстояния по окружности (либо нескольким концентрическим окружностям). Другие кнопки этой группы позволяют располагать копии элемента через равные расстояния по прямой (либо в узлах квадратной сетки), вдоль заданной кривой или просто в указанных точках.

Нижняя панель параметров операции здесь содержит больше вкладок, чем обычно.

Первая вкладка (**Выбор объектов**) позволяет выбрать несколько копируемых конструктивных элементов. В нашем случае он один и уже выбран, в рабочем окне он будет подсвечен красным цветом.

Вторая вкладка (**Параметры**) требует указания оси, вокруг которой нужно будет поворачивать копируемый элемент при его «размножении» по кругу. Здесь нужно выбрать даже не ось как некую линию, а просто цилиндрическую поверхность, ось которой совпадает с нужной осью вращения. В нашем случае достаточно выбрать любую цилиндрическую поверхность вала – она подсветится фиолетовым цветом, а на модели приблизительно отобразятся предполагаемые копии «размножаемого» элемента (рис. 73).

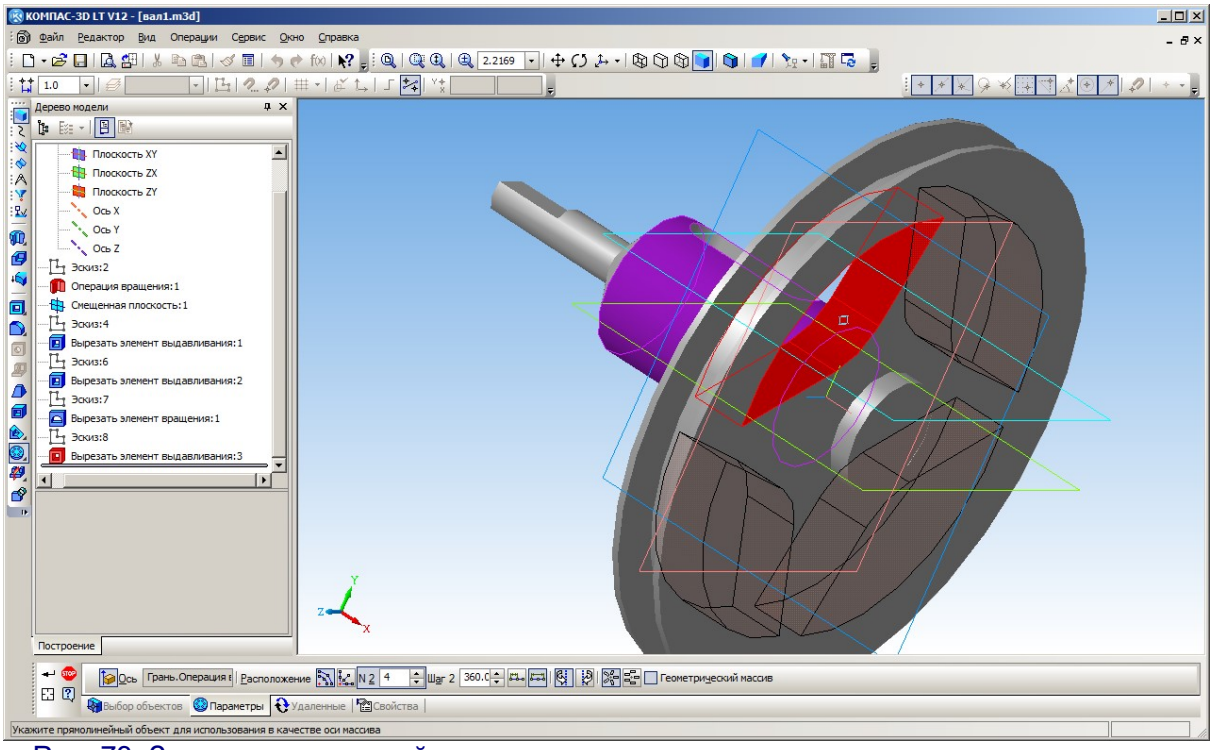


Рис. 73. Заданы копируемый элемент и поверхность, определяющая ось вращения

Две кнопки **Расположение** ( ) определяют, как располагать копии элемента – по окружностям или радиально.

Поле **N2** указывает количество создаваемых копий элементов (включая и исходный), – в данном случае по умолчанию подставлено правильное значение 4, но при необходимости его можно изменить.

Группа элементов **Шаг 2** ( ) определяет расстояние между копиями элемента: правая кнопка указывает, что задано угловое расстояние в градусах между центрами первого и последнего элемента, а остальные равномерно распределяются между ними, а левая кнопка позволяет задать угловое расстояние между соседними элементами. В нашем случае выбран первый вариант и указан угол 360°, т.е. элементы равномерно распределяются по всей окружности.

Еще две кнопки – – задают направление смещения элементов при копировании, что важно только когда угол отличается от 360° или когда задано расстояние между соседними элементами.

Кнопки позволяют указать, нужно ли автоматически поворачивать копируемый элемент, чтобы его копии были ориентированы симметрично относительно центра окружности, по которой производится копирование.

Наконец, флажок **Геометрический массив** позволяет включить режим упрощенного копирования. В этом случае копируется не элемент как объект, а только его геометрическая форма (ребра и грани). Это ускоряет операцию, но применимо не всегда (ограничения можно посмотреть в справке по программе).

Остается нажать кнопку подтверждения , и все нужные прорези программа САПР создаст в автоматическом режиме (рис. 74). При этом все копии полностью зависят от исходной прорези – если внести в операцию ее вырезания или в ее эскиз какие-то изменения, то они будут выполнены и во всех копиях элемента.

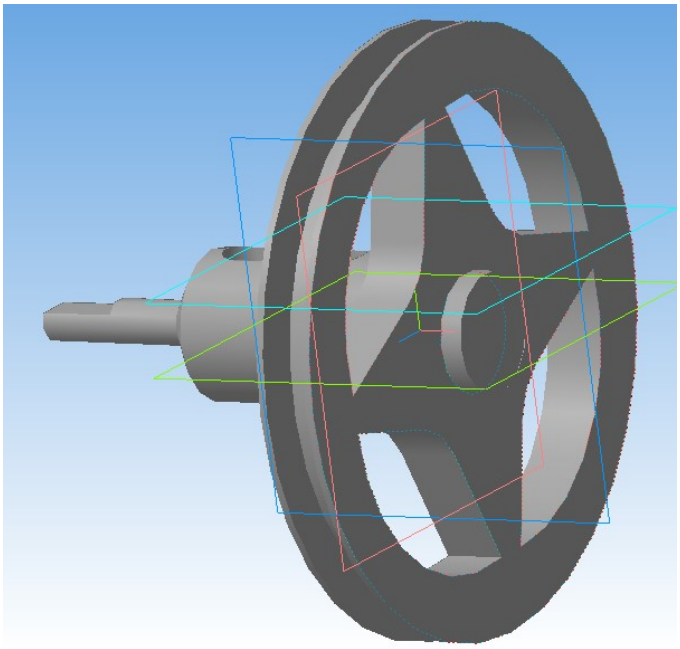


Рис. 74. Прорези в «теле» шкива созданы

12. Остается выполнить кое-какие «косметические» операции, скруглив некоторые ребра (кроме ребер пазов и шлицев). Для этого служит кнопка комплексной панели **Скругление** . Напомним, что для выполнения скругления нужно выделить скругляемое ребро либо грань, все ребра которой нужно скруглить, и нажать кнопку , а затем задать радиус скругления и подтвердить выполнение этой операции кнопкой .

По завершении выполнения всех требуемых скруглений получаем готовую деталь (рис. 75).

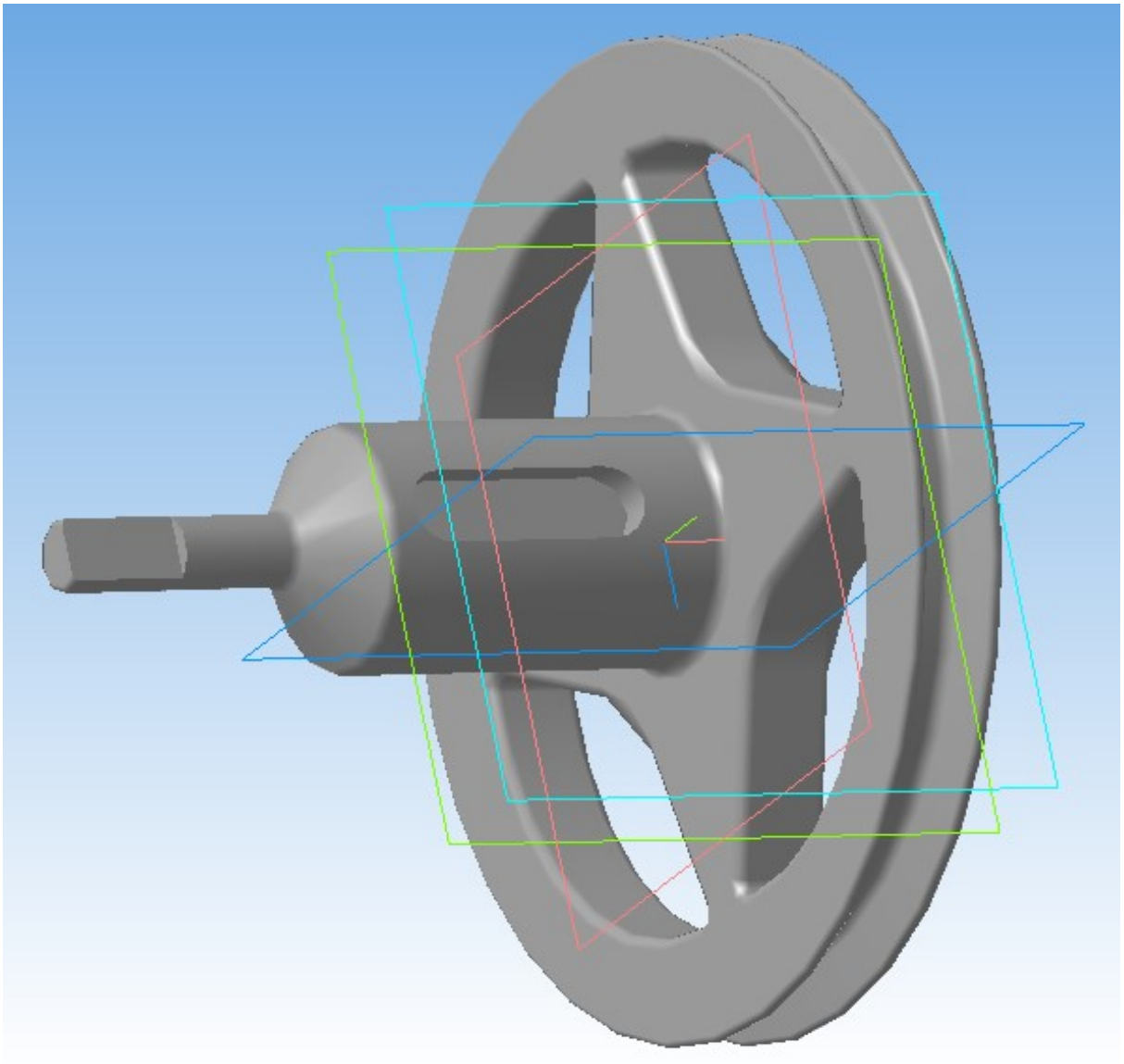


Рис. 75. Готовая деталь – вал со шкивом

Задание

Попробуйте самостоятельно изготовить модель вала, показанного на чертеже на рис. 76.

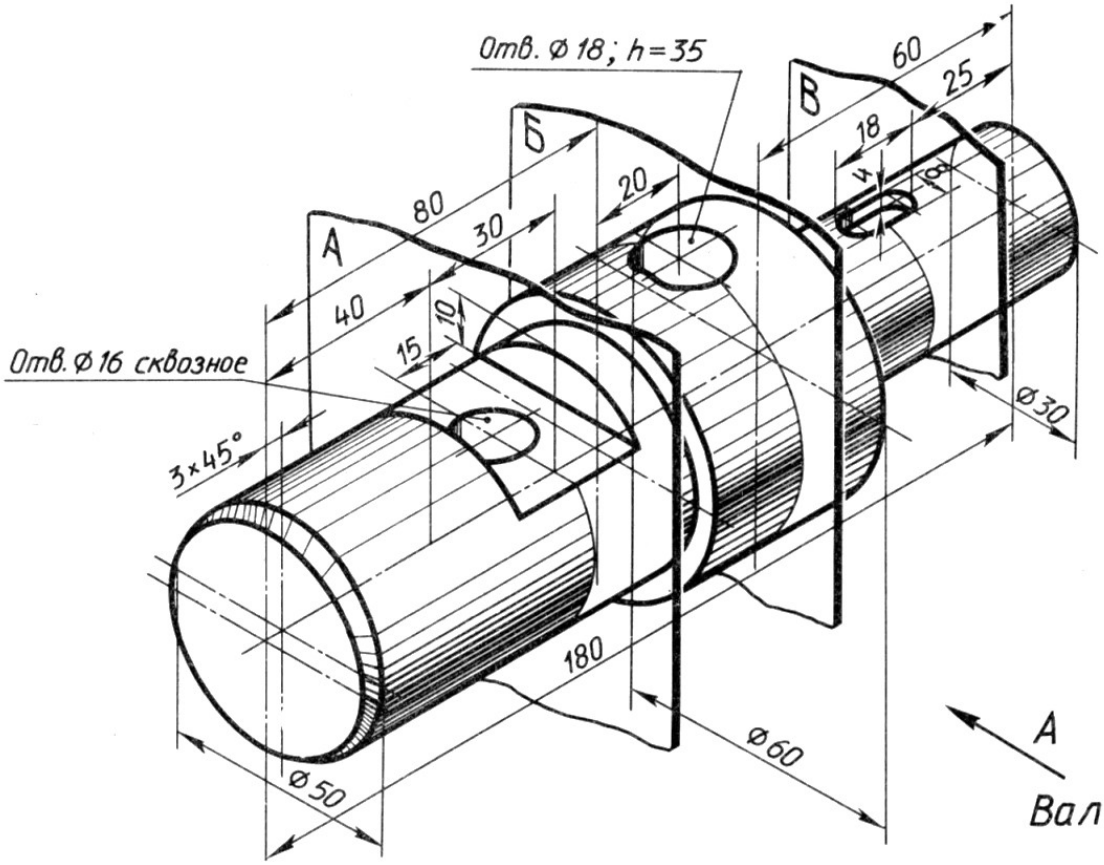


Рис. 76. Задание для самостоятельного выполнения

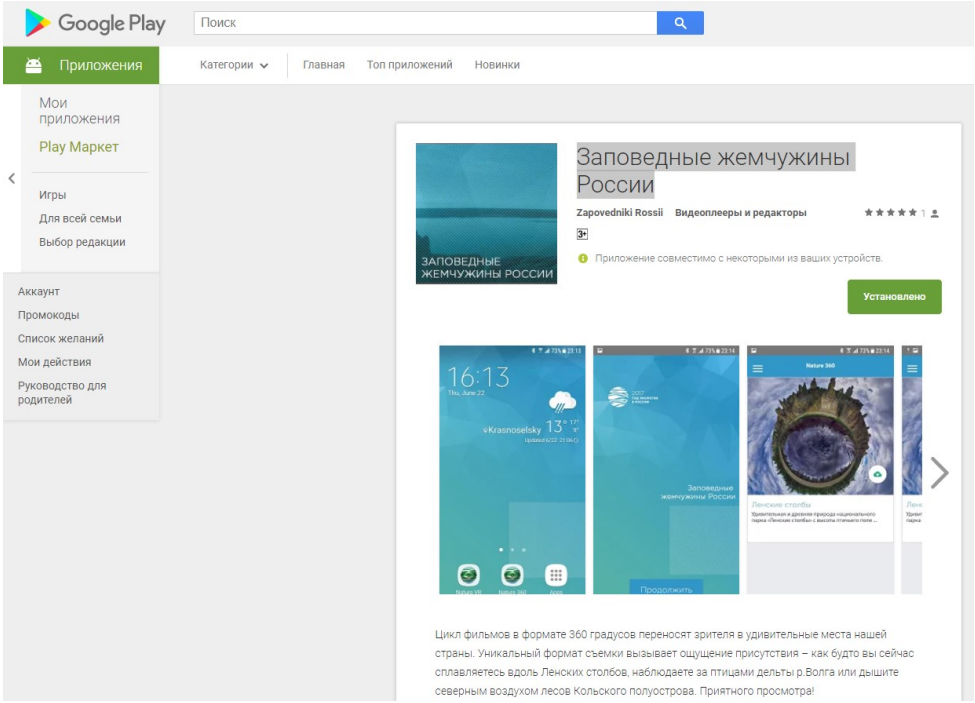
(Продолжение в следующем номере журнала)

Заповедные жемчужины России в формате сферической панорамы

Усенков Д. Ю.,
Московский государственный институт индустрии туризма имени Ю.А. Сенкевича

Посетителям 23-го Международного Российского Туристического Форума «Отдых 2017», прошедшего в сентябре 2017 года в ЦВК «Экспоцентр» (Москва) была предоставлена уникальная возможность, используя виртуальные шлемы, совершить увлекательное путешествие по наиболее красивым заповедникам России: компания **Planetpix** развернула на своем выставочном стенде настоящий VR-кинотеатр. Всего было предложено 8 фильмов в формате 360-градусной сферической панорамы, длительностью по 8 минут каждый. Фильмы отсняты по заказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ и приурочены к «году экологии», которым был объявлен 2017 год.

Впрочем, и те, кто не был на выставке, тоже могут увидеть эти фильмы: достаточно иметь свой виртуальный шлем (любой конструкции – хоть картонный Google Cardboard ☺), смартфон с достаточно высокой четкостью экрана и ОС не ниже Android 4.4, а также скачать с Google Play приложение-плеер «Заповедные жемчужины России» (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.interactivelanding.nature360).



Работать с приложением достаточно просто (но желательно это делать, подключившись к Интернету через Wi-Fi: потребуется скачивать очень большие объемы информации, так как каждый фильм «весит» не менее 300 Мб!).

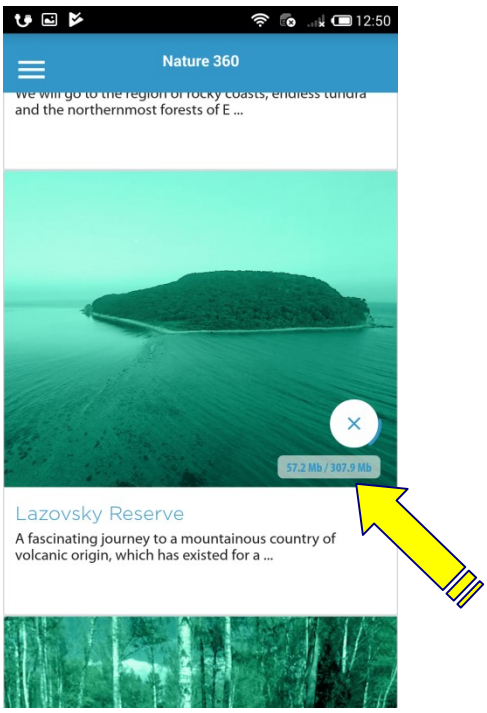
1. Запускаем приложение на выполнение (иконка).

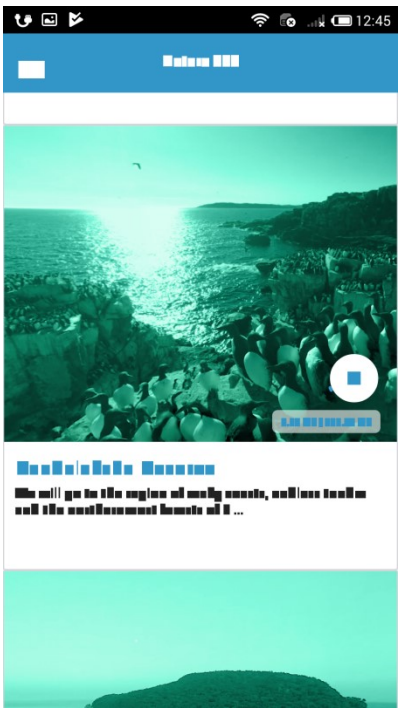
2. В появившемся «стартовом» экране нажимаем кнопку **Continue** (или **Продолжить**).

3. Пролистывая представленный список из восьми фотографий с описаниями, выбираем желаемый фильм и запускаем его на скачивание, нажав кнопку с «облаком».

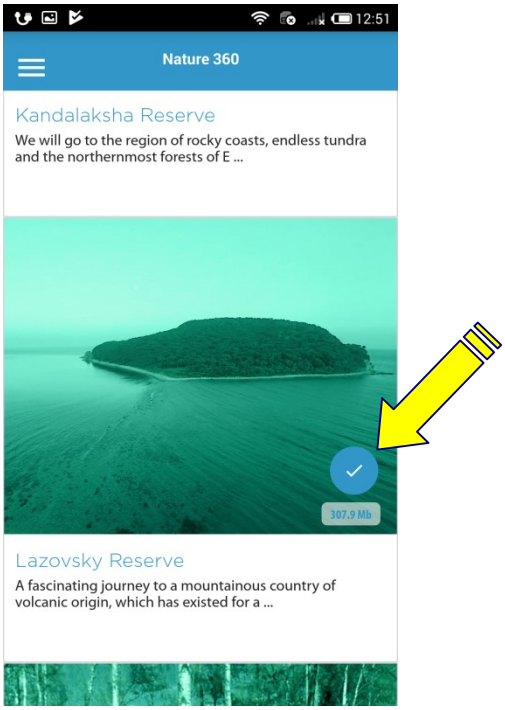
(Возможна ситуация, когда на конкретном смартфоне по каким-то причинам не воспроизводится использованный в приложении шрифт. Тогда нужно просто нажать единственную имеющуюся кнопку с «квадратиком».)

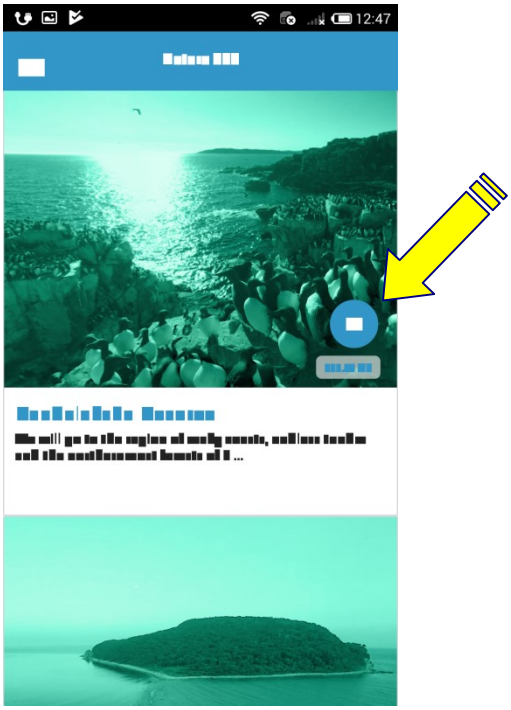
4. Ждем, пока фильм скачается. При этом вокруг круглой кнопки крутится «ползунок», а под кнопкой отображается информация о количестве скачанных мегабайт и об общем объеме файла. (Тем, у кого не отображается шрифт, остается просто ждать, пока «ползунок» не прекратит «бежать».)



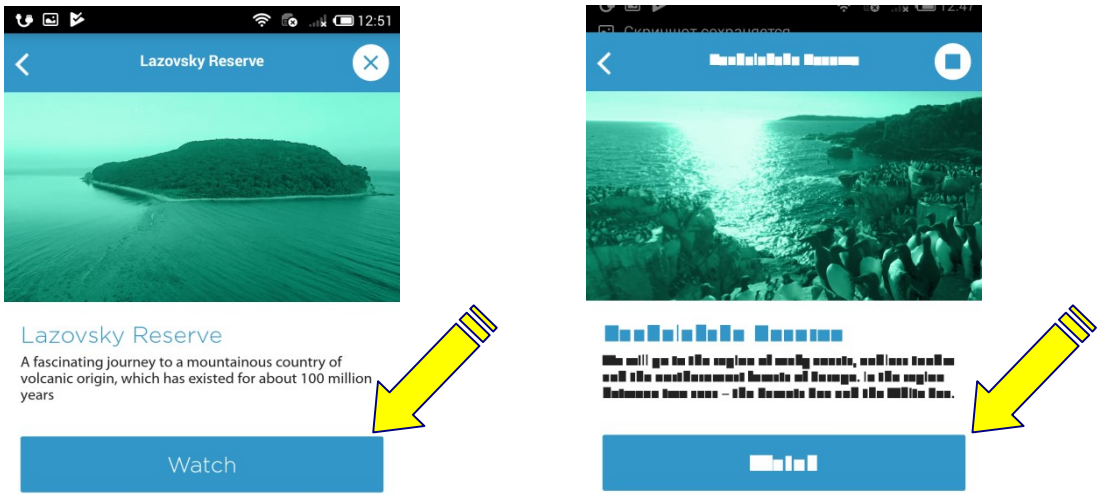


5. Завершение скачивания будет отмечено появлением кнопки с «галочкой» (если шрифт не отображается, то вместо галочки будет белый квадратик на синем фоне).





6. Для просмотра нужно нажать на эту кнопку, а затем в появившемся экране нажать кнопку **Смотреть** (или **Watch**). (При неотображаемом шрифте – это единственная здесь кнопка.)



7. Как только начнется воспроизведение, нужно нажать расположенную в правом нижнем углу кнопку с изображением очков ( ), чтобы переключить плеер в режим просмотра в виртуальном шлеме, быстренько поместить смартфон в шлем и начать наслаждаться…

Нетрудно, однако, заметить, что работа с плеером очень неудобна: даже если нет проблем с шрифтами, нужно для просмотра каждого фильма раскрывать шлем, выбирать фильм, запускать его на просмотр… На выставке таких проблем у посетителей не было, так как специалисты Planetpix управляли запуском воспроизведения фильма на всех шлемах одновременно по беспровод-

ной сети с компьютера, но секрет, как это делается в описываемом приложении, в описании этого приложения не выдается. ☺

Поэтому гораздо проще поступить иначе:

1) сначала скачать все фильмы из Интернета один за другим, воспользовавшись соответствующей кнопкой в приложении «Заповедные жемчужины России»;

2) при помощи файлового менеджера (если в вашем смартфоне он отсутствует, можно установить подходящую программу с Google Play) раскрыть в файловой системе папку **DCIM/NatureVR** – все скачанные приложением фильмы попадают именно сюда;

3) запустить первый из фильмов на просмотр при помощи приложения **VaR's VR Video Player** (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.abg.VRVideoPlayer), позволяющего смотреть панорамное видео (см. статью «Фильмы, стереокино, видеопанорамы 360°: чем смотреть?» в журнале «Мир 3D / 3D World» №3/2017), и далее все имеющиеся в папке фильмы будут воспроизводиться один за другим одним потоком.

При этом нужно учесть, что фильмы скачиваются с маловразумительными именами, состоящими из наборов букв и цифр, и сопровождаются специальными файлами с информацией для плеера «Заповедные жемчужины России», – но сами видеофайлы имеют обычный формат **mp4** и такие «необычные их имена при просмотре нам не помешают.

Можно, впрочем, скопировать (или переместить) эти фильмы из упомянутой папки в другое место на карте памяти или на подключаемой флешке, чтобы освободить основную память смартфона, а также при желании переименовать эти файлы, дав им осмысленные имена (например, названия этих фильмов в приложении «Заповедные жемчужины России»).

Остается только надеяться, что этими восемью фильмами дело не ограничится и что компания Planetpix порадует нас и другими великолепными панорамными видео о России, а Минприроды РФ этот проект всесторонне поддержит. Ведь такая возможность познакомиться с природой и достопримечательностями нашей страны очень важна для развития внутреннего туризма и привлечения внимания к России как иностранных туристов, так и самих россиян.

Научно-популярный электронный журнал для учителей и школьников

ИНТЕРЕСНО! ДОСТУПНО! БЕСПЛАТНО!

- Выпускается с 2008 года как самостоятельное издание.
- С 2017 года издается в электронном формате, доступен для скачивания и чтения с мобильных устройств бесплатно, в любом месте и в любое время.
- Адресован широкому кругу читателей: преподавателям информатики и других дисциплин, использующим компьютер в своей практике, школьникам и их родителям.
- Постоянные рубрики: «**Мнение учителя**», «**Впереди экзамены**», «**Проекты**», «**Олимпиады**», «**Занимательная наука**», «**Мир 3D**», «**Интернет-Новости информационных технологий**», «**Творческая мастерская научной фантастики**» и другие.

Приглашаем читателей, авторов и рекламодателей!

Сайт журнала: **http://ipo.spb.ru/journal/index.php**

- Целевая аудитория – учителя, школьники и их родители.
- Свободный, бесплатный доступ к материалам.
- Самый быстрый способ донести информацию до Ваших клиентов.

Приглашаем компании, работающие в сфере образования (поставщиков аппаратного и программного обеспечения образовательного назначения, наглядных пособий, услуг для образовательных учреждений), а также другие издательства образовательной литературы разместить свою информацию в журнале «Компьютерные инструменты в школе».

Расценки на рекламу в журнале «Компьютерные инструменты в школе»

Одна полоса на 2-й или 3-й странице обложки (формат А4)	**50 000 руб.**
Реклама на обеих полосах (2-й и 3-й странице) обложки одного номера	**80 000 руб.**
Одна полоса внутри журнала (формат А4) – в электронном формате – прикрепленная к одной из статей	**30 000 руб.**
Рекламное сообщение в конце одной из статей, объемом в 1/2 полосы	**10 000 руб.**
Рекламное сообщение в конце одной из статей, объемом в 1/4 полосы	**5 000 руб.**

При заказе размещения рекламы сразу в двух или трех выпусках журнала – **скидка 10%** от исходной цены.
При заказе размещения рекламы в выпусках журнала за весь год – **скидка 15%** от исходной цены.
Верстка рекламных материалов редакцией журнала – **5 000 руб./полоса** (полная или неполная).

Адрес редакции: **reklamaKIO@mail.ru**