

И. М. ДУБИНЕЦ  
В. Б. КУЛЬБАЕВА  
Ж. Д. ЕРГАЛИЕВ

# ГРАФИКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

## УЧЕБНИК

*для учащихся 11 класса  
общеобразовательной школы*



**Рекомендовано Министерством образования и науки Республики Казахстан**



KELESHEK  
2030

КОКШЕТАУ

УДК 373.167.1

ББК 30.2я72

Д79

**Дубинец И.М.**

**Д79 Графика и проектирование.** Учебник для учащихся 11 класса общеобразовательной школы + CD/И.М. Дубинец, В.Б. Кульбаева, Ж.Д. Ергалиев. – Кокшетау: Келешек-2030 баспасы, 2020. – 208 с.: ил.

ISBN 978-601-317-512-6

Электронный вариант учебника: [http://keleshek-2030.kz/books/graf\\_pr\\_11ru.php](http://keleshek-2030.kz/books/graf_pr_11ru.php)

Учебник предназначен для изучения курса «Графика и проектирование» в 11 классе общеобразовательной школы и призван обеспечить обязательные минимальный и средний уровни изучения предмета. Содержание учебника соответствует стандарту образования РК и программе по предмету.

К учебнику прилагаются CD-диск с электронным приложением и методическое руководство для учителя.

УДК 373.167.1

ББК 30.2я72

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



– Ключевые слова



– Работа в группах



– Вспомните



– Контрольные вопросы



– Работа на ПК



– Многоуровневые задания



– Подсказка



– Самостоятельная работа



– Поисково-исследовательская работа



– Это интересно!



– Трехмерное изображение

ISBN 978-601-317-512-6

© ИП Келешек-2030 баспасы, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	6
РАЗДЕЛ 1 ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ .....	8
<b>Глава 1 Роль изображений в визуализации информации</b> .....	8
1.1 Основные виды компьютерной графики .....	8
<b>Глава 2 Средства визуализации информации</b> .....	15
2.1 Программное обеспечение для создания 2D-изображений .....	15
2.2 Инструменты и возможности графического редактора для создания 2D-объектов .....	26
2.3 Анализ цветовых моделей в растровой и векторной графике .....	29
2.4 Применение графических операций для создания 2D-объектов .....	33
<b>Глава 3 Основные правила выполнения чертежа</b> .....	39
3.1 Правила оформления чертежа (формат, масштаб, основная надпись) .....	39
<b>Глава 4 Геометрические построения на чертежах</b> .....	44
4.1 Создание 2D-объектов с использованием примитивов (библиотек) .....	44
4.2 Шаблоны, клип-арты, библиотеки при разработке 2D-объектов .....	51
4.3 Геометрические построения с использованием примитивов .....	54
РАЗДЕЛ 2 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ .....	63
<b>Глава 5 Способы построения основных видов графических изображений</b> ....	63
5.1 Основные приемы твердотельного и поверхностного моделирования .....	63
5.2 Основные этапы создания 3D-модели .....	69
5.3 Возможности растровых и векторных программ для создания 3D-моделей .....	81
5.4 Создание 3D-модели на основе операций твердотельного моделирования .....	84
<b>Глава 6 Чтение и выполнение чертежей предметов (геометрических тел)</b> ....	87
6.1 Определение видов визуализации 3D-модели .....	88
6.2 Выбор способов построения 3D-моделей .....	96
6.3 Текстура и фактура 3D-модели .....	102
<b>Глава 7 Сечения и разрезы</b> .....	111
7.1 Выбор программного обеспечения для выполнения сечений и разрезов 2D-объекта .....	112
7.2 Приемы твердотельного моделирования для образования сечений и разрезов .....	115
РАЗДЕЛ 3 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ .....	123
<b>Глава 8 Преобразование вида и состава изображений</b> .....	123

РАЗДЕЛ 4 ФОРМООБРАЗОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ.....	128
<b>Глава 9 Развертка поверхностей</b> .....	128
РАЗДЕЛ 5 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФОРМЫ.....	135
<b>Глава 10 Преобразование формы предмета</b> .....	135
<b>Глава 11 Преобразование пространственного положения предмета и его частей</b> .....	138
РАЗДЕЛ 6 ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ, АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ ГРАФИКИ.....	143
<b>Глава 12 Сборочный чертеж. Соединение деталей</b> .....	143
12.1 3D-модель сборочной единицы. Работа с библиотекой.....	143
<b>Глава 13 Элементы архитектурно-строительной графики</b> .....	155
13.1 Элементы строительного черчения.....	155
<b>Глава 14 Инфографика (схемы, графики, диаграммы)</b> .....	164
14.1 Инфографика в различных сферах деятельности.....	164
РАЗДЕЛ 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОЕКТНАЯ ГРАФИКА.....	168
<b>Глава 15 Методы проектирования</b> .....	168
15.1 Методы проектирования. Основные этапы проектирования.....	168
15.2 Требования к проектируемым объектам.....	175
<b>Глава 16 Визуализация проектных предложений</b> .....	178
16.1 Графические документы.....	178
16.2 Визуализация творческих идей.....	183
<b>Глава 17 Творческие задачи с элементами проектной деятельности</b> .....	188
<b>Глоссарий</b> .....	201
<b>Инструкция по технике безопасности и правилам поведения в компьютерном классе</b> .....	203
<b>Список использованной литературы</b> .....	206
<b>Дополнительная литература</b> .....	207

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### **Дорогие старшеклассники!**

В этом году вы продолжите изучение курса «Графика и проектирование». Материал учебника построен на разделах, уже знакомых вам с 10 класса. Но теперь вы освоите современные программы и методы проектной деятельности, связанные с цифровыми компьютерными технологиями. Вы познакомитесь с программным обеспечением, позволяющим создавать плоскостные (2D) чертежи и трехмерные (3D) модели, выполнять преобразование формы и поверхности, автоматическую генерацию чертежей по 3D-модели, изучите способы автоматизации построения разверток геометрических тел, 3D-сборок, анимации и визуализации с использованием специальных компьютерных программ.

Теоретический материал учебника подкреплен большим количеством цветных иллюстраций, примеров и практических заданий, выполняемых на персональном компьютере (ПК). Дополнить и закрепить знания по каждой теме вам помогут контрольные вопросы, поисково-исследовательская работа, самостоятельная работа разного уровня сложности, материалы электронного приложения к учебнику. В электронном приложении вы найдете интерактивный тренажер, видеоуроки, задания для работы на ПК и познавательную информацию. Материалы распределены по главам в соответствии с содержанием учебника.

Итогом изучения дисциплины станет выполнение творческого проекта на ПК в области техники/дизайна/архитектуры. В процессе работы вы выберете интересную для вас тему, расширите знания в изучаемой области, приобретете умения решать поставленные задачи, визуализировать и презентовать результаты проектной работы, выполненной с помощью современного программного обеспечения.

Казахстан уверенно вступил в век роботизации, цифровизации, искусственного интеллекта с масштабными планами, которые будете выполнять вы – специалисты будущего. Ключевыми компетенциями сегодня стали креативность, критическое мышление, умение работать в команде, решать нестандартные задачи с применением ПК, вести проектную работу. Поэтому знания, навыки и компетенции, полученные в процессе изучения дисциплины «Графика и проектирование», позволят вам быть востребованными и конкурентоспособными в будущей профессиональной деятельности.

Желаем вам успехов!

*Авторы*

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития техники и технологий, повсеместной цифровизации подготовка и передача графической информации невозможна без персонального компьютера (ПК) и соответствующего программного обеспечения. С появлением мощных компьютеров широкое распространение получило компьютерное моделирование. На сегодняшний день это один из эффективнейших методов изучения сложных систем.

Графическое моделирование – это замещение реального объекта наглядным графическим образом. Графические модели визуализируют объекты, сложные для описания и их понимания человеком. Компьютерное моделирование в этом плане обладает рядом неоспоримых преимуществ. Если графическая модель может дать описание объекта лишь с некоторой степенью приближения к действительности, то компьютерная модель дает более полное представление о реальном объекте. Компьютерное моделирование позволяет получать более точные и запоминающиеся наглядные иллюстрации явлений и объектов. Таким способом воспроизводятся тонкие детали, которые могут ускользать при наблюдении реальных экспериментов, моделируются ситуации, недоступные в реальных условиях. Кроме того, компьютерное моделирование дает возможность не только пронаблюдать, но и спрогнозировать результат эксперимента в определенных условиях, оно является экологически чистым и позволяет совершать многократные испытания модели, каждый раз возвращая ее в исходное состояние. При этом можно получать разные характеристики объекта в числовом или графическом виде.

Совершенствование вычислительной техники и широкое распространение персональных компьютеров открыли перед моделированием огромные перспективы для исследования процессов и явлений окружающего мира. Изучение этой области прикладной деятельности является актуальным и востребованным, поэтому дисциплины, направленные на формирование графической культуры и организацию проектной (творческой) деятельности учащихся с привлечением компьютерного моделирования, вводятся на всех уровнях образования.

Целью курса «Графика и проектирование» и, соответственно, данного учебника, является знакомство и усвоение учащимися основ теории изображений, знаний закономерностей метода проецирования и графического моделирования, содействие развитию проектной деятельности, формированию графической культуры и навыков работы с помощью современных средств компьютерной графики. Для усвоения материала учебника требуются знания в области алгебры, геометрии, графики, информатики, навыки работы на ПК.

Учебник содержит 7 разделов, изучив которые вы сможете сделать первые шаги в компьютерной графике и проектировании.

Раздел 1 посвящен основам редакторов программ растровой, векторной графики и их применению для создания 2D-объектов.

Раздел 2 предназначен для изучения видов визуализации 3D-моделей и способов их построения с помощью графических программ.

В разделе 3 говорится о выполнении чертежей 2D- и 3D-объектов с изменением вида, состава, масштаба изображений.

Раздел 4 освещает способы вычерчивания разверток простых геометрических тел и кривых поверхностей средствами компьютерной графики.

Раздел 5 посвящен преобразованию формы 3D-модели выдавливанием, удалением и перемещением частей.

Раздел 6 ставит целью изучение технической, архитектурно-строительной и информационной графики. В нем описаны способы выполнения 3D-моделей сборочных единиц, строительных чертежей в графическом редакторе, визуализации информации и результатов исследований средствами инфографики.

Раздел 7 освещает методы и этапы проектирования в различных областях деятельности, средства и способы для визуализации проектных предложений.

Для закрепления материала в учебнике приведены контрольные вопросы, практические задания на ПК. Поисково-исследовательская работа, вариативность самостоятельной работы и градация по уровням сложности способствуют развитию аналитических способностей, креативности и критического мышления. Большое количество цветных иллюстраций поможет лучше усвоить материал.

Прикладной характер учебника содействует формированию компетенций и практических навыков по выполнению индивидуального или группового творческого проекта на ПК с помощью графической программы, подготовке соответствующей документации и защите проекта.

## РАЗДЕЛ 1 ГРАФИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

### Глава 1 Роль изображений в визуализации информации

#### Вы узнаете:

- что такое компьютерная графика;
- основы редакторов растровой и векторной графики, их применение.

#### Ключевые слова

Компьютерная графика	Компьютерлік графика	Computer graphics
Растровое изображение	Растрлық кескін	Raster image
Векторное изображение	Векторлық кескін	Vector image
Фрактальная графика	Фракталдық графика	Fractal graphics
Трёхмерная графика	Үшөлшемді графика	Three-dimensional graphics (3D)

#### Вспомните:

- виды графических изображений, которые выполняются без применения компьютера;
- какие методы выполнения графических изображений вам известны;
- что такое инфографика.

### 1.1 Основные виды компьютерной графики

Жизнь современного человека невозможно представить без компьютерной графики. Она является средством реалистичного изображения при создании рекламных роликов, художественных фильмов, компьютерных игр, мультфильмов. Наряду с развлекательной сферой, компьютерная графика широко применяется в деловой, проектно-конструкторской, научной, медицинской, полиграфической и других областях деятельности. С ее помощью можно создавать чертежи, диаграммы, графики, дизайнерские проекты, получать наглядные изображения результатов вычислений и экспериментов. Благодаря стремительному развитию цифровых и информационных технологий компьютерная графика стала неотъемлемой частью нашей жизни.

**Компьютерная графика** – это область деятельности, в которой компьютерные технологии используются для создания изображений, а также обработки визуальной информации.

Вы знаете, что основными видами компьютерной графики являются:

- 1) растровая графика;
- 2) векторная графика;



- 3) фрактальная графика;
- 4) трехмерная (3D) графика.

На рисунке 1.1 приведены примеры реалистичных изображений, полученных с помощью компьютерной графики.



Рисунок 1.1 Изображения, выполненные с помощью компьютерной графики

В *растровой графике* изображение, подобно мозаике, складывается из множества маленьких ячеек, которые называют *пикселями*.

**Пиксель** – это наименьший элемент двумерного цифрового изображения или элемент матрицы дисплеев, содержащий информацию о цвете.

Определить растровое изображение можно, увеличив его масштаб (рисунок 1.2 а).

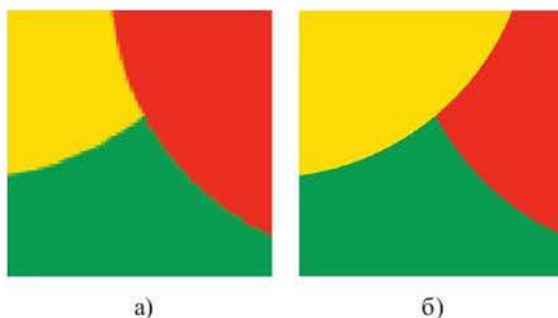


Рисунок 1.2 Увеличенный фрагмент растрового (а) и векторного изображения (б)

Растровая графика применяется для создания качественных фотореалистичных изображений, цифровых рисунков и фотографий. Самыми популяр-

ными редакторами растровой графики являются: GIMP, Adobe Photoshop, Microsoft Paint и др.

Преимущества растровой графики:

- возможность создания изображений любого уровня сложности;
- точная передача цветовых переходов.

Недостатки растровой графики:

- большой размер файла;
- ухудшение качества изображения при масштабировании.

Форматами растровой графики являются: GIF (Graphics Interchange Format), PNG (Portable Network Graphics), JPEG (Joint Photographic Experts Group), TIFF (Tagged Image File Format).

*Векторная графика* представляет изображение в виде примитивов, которые описываются математическими формулами.

**Примитив** в компьютерной графике – это изображение простых геометрических объектов (например, отрезок, дуга, окружность, многоугольник, сплайн и т. д.).

Векторная графика широко используется, например, для рисования популярных в сетевом общении смайликов (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 Пример использования векторной графики

Основными редакторами векторной графики являются: CorelDRAW, Adobe Illustrator, Xara Designer и др.

Преимущества векторной графики:

- малый объем занимаемой памяти;
- неизменное качество изображения при масштабировании (рисунок 1.2 б).

Недостатки векторной графики:

- отсутствие фотореалистичности изображения;
- требование повышенной вычислительной мощности компьютера при увеличении сложности изображения.

Форматами векторной графики являются:

- CDR – CorelDRAW;
- SVG (Scalable Vector Graphics);
- WMF (Windows MetaFile);
- AI (Adobe Illustrator).

*Фрактальная графика* является одним из направлений компьютерной графики. Она основана на разделе математики – фрактальной геометрии. Термин «фрактал» ввел французский математик Бенуа Мандельброт. Этим термином

он назвал геометрическую фигуру, которая состоит из частей, подобных целой фигуре.

**Фрактал** (от лат. fractus – дробленный, разбитый) – это множество, обладающее свойством самоподобия (объект, в точности или приближенно совпадающий с частью себя самого, то есть целое имеет ту же форму, что и одна или более частей).

На рисунке 1.4 изображен фрактал «Снежинка Коха», базовой частью которой является равносторонний треугольник.

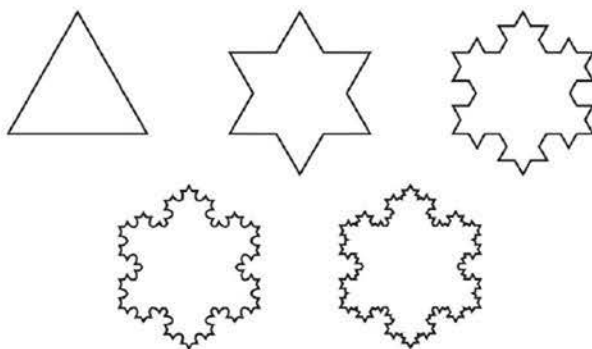


Рисунок 1.4 Фрактал «Снежинка Коха»

Фрактальная графика может быть представлена в виде красивых и сложных абстрактных композиций, которые используются при создании изображений на тканях, деревянных и стеклянных поверхностях, металле, экране рабочего стола компьютера (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 Применение фрактальной графики в текстильной промышленности

Фракталы можно наблюдать в природе: сосновая шишка, ледяной узор на оконном стекле и др. (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 Фракталы в растительном (толстянка) и животном (раковина моллюска) мире

Для создания фрактальных изображений используются следующие редакторы: Art Dabbler, Fractal Explorer, Chaos Pro, Apophysis, Mystica.

**Трехмерная (3D) графика** – это раздел компьютерной графики, посвященный методам создания изображений путем моделирования объемных объектов в трехмерном пространстве. На рисунке 1.7 приведено полигональное моделирование, в котором поверхность объекта представляют в виде полигонов.

**Полигон** (от греч. polygon – многоугольник) – совокупность простых двумерных геометрических фигур, с помощью которых можно представить поверхность трехмерного объекта.

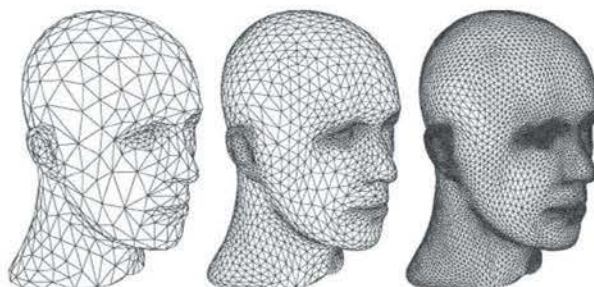


Рисунок 1.7 Полигональное трехмерное моделирование

В компьютерных играх в качестве полигонов чаще всего используются треугольники, так как именно треугольники обрабатываются с самой высокой скоростью. Для иных целей используются другие многоугольники.

С развитием цифровых технологий трехмерная информационная модель проектируемого объекта стала основой для получения и обмена информацией на каждой стадии жизненного цикла продукции.

*Жизненный цикл (ЖЦ) продукции* – это период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, производство, эксплуатация и утилизация продукта.

В строительной индустрии технология информационной поддержки ЖЦ, в основе которой лежит 3D-модель здания или сооружения, называется BIM-технологией (Building Information Modeling). В Казахстане концепция внедрения BIM-технологии называется ТИМСО (технология информационного моделирования строительных объектов) и осуществляется она на государственном уровне. На рисунке 1.8 изображен ЖЦ здания.



Рисунок 1.8 Информационная модель здания на всех этапах ЖЦ

Информационная поддержка ЖЦ продукции машиностроения, автомобилестроения, авиа- и судостроения называется CALS-технологией (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла). В основе этой технологии также лежит 3D-модель проектируемого объекта: автомобиля, трактора, самолета, морского судна и др.

Цифровые 3D-модели являются основой при разработке программ для станков с ЧПУ (числовым программным управлением), на которых изготавливают различные детали, а также для печати на 3D-принтерах. С их помощью можно создать кондитерские изделия, обувь, лекарства, человеческие органы, дома и др. Примеры применения 3D-печати на основе трехмерных моделей изображены на рисунке 1.9.



а)



б)

Рисунок 1.9 Примеры применения 3D-печати: пластиковый каркас, заменяющий гипсовую повязку во время перелома (а); пирожные, изготовленные на пищевом 3D-принтере (б)

В заключение можно сделать вывод о том, что существуют различные виды компьютерной графики, каждый из которых имеет достоинства и недостатки. Поэтому следует выбирать те графические программы и форматы, которые подходят для решения поставленных задач.



### Поисково-исследовательская работа

1. В современной промышленности наряду с 3D-моделированием используют 4D- и 5D-технологии. Что вы о них знаете? Найдите примеры таких технологий, выясните их особенности, отрасли их применения и обсудите с классом.
2. Разделитесь на 2 группы. Проведите исследование и определите список программ, используемых в технологиях BIM (1-я группа) и CALS (2-я группа). Обсудите результаты исследования с классом.
3. Расскажите о казахстанских предприятиях, работающих с такими технологиями.



### Контрольные вопросы

1. Что называют компьютерной графикой? Приведите примеры применения компьютерной графики в различных областях.
2. Фракталы существуют в природе и в повседневной жизни. Подтвердите это примерами.
3. Из курса математики вам известно, что линии геометрических фигур могут быть заданы уравнениями. Как вы думаете, применяются ли подобные уравнения при разработке программ компьютерной графики? Приведите примеры.
4. Сопоставьте преимущества и недостатки векторной и растровой графики. Обоснуйте свое мнение.

## Глава 2 Средства визуализации информации

### Вы научитесь:

- выбирать программное обеспечение (растровое или векторное) для создания 2D-объекта;
- применять соответствующие инструменты и возможности графического редактора для создания двухмерных объектов;
- анализировать выбор цветовых моделей в растровой и векторной графике (градиентной отмывке);
- пользоваться графическими операциями растровой и векторной графики.

### Ключевые слова

Программное обеспечение	Бағдарламалық жасақтама	Software
Инструменты	Құрал-саймандар	Tools
Толщина линии	Сызықтың жуандығы	Line thickness
Цвет линии	Сызықтың түсі	Line color
Панель свойств	Жасақтау панелі	Properties panel
Штриховка	Сызықтау	Hatch
Сетка	Тор	Grid



### Вспомните:

- что такое программное обеспечение;
- что такое растровая графика, векторная графика и их особенности;
- какие программы растровой и векторной графики вам известны.



### 2.1 Программное обеспечение для создания 2D-изображений

В числе стандартных программ операционной системы Windows имеется графический редактор Microsoft Paint, с работой которого вы уже познакомились на уроках информатики.

*Microsoft Paint* – это многофункциональный, но в то же время довольно простой в использовании растровый графический редактор компании Microsoft, входящий в состав операционной системы Windows. Редактор имеет небольшой набор инструментов, его возможности по сравнению со многими другими графическими редакторами ограничены. Но набор основных функций и легкость в применении делают Paint очень популярным среди пользователей компьютеров. Обратите внимание на то, что в разных версиях любой развивающейся компьютерной программы интерфейсы могут отличаться.

*CorelDRAW* – графический редактор векторной графики, в котором пользователи могут создавать векторные изображения, а после выполнять их об-

работку. В пакет CorelDRAW также входит редактор растровой графики Corel Photo-Paint, где можно обработать разные фотографии, Corel CAPTURE для захвата изображений с экрана и другие программы.

CorelDRAW позволяет сохранять объекты в различных форматах. Функционал программы настолько обширен, что можно очень качественно выполнять несколько действий: рисование и редактирование, печать на современном оборудовании, отправку по электронной почте или с помощью социальных сетей. Пользователи могут самостоятельно настраивать параметры, чтобы управлять прозрачностью и заливкой. В библиотеке приложения можно найти уникальные шрифты, шаблоны, картинки и прочие элементы (рисунок 2.1 а).

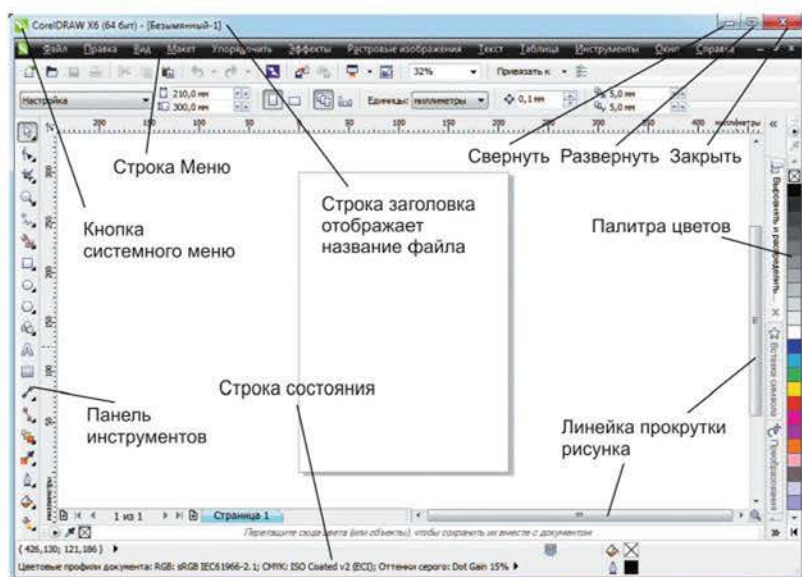


Рисунок 2.1 а) Интерфейс редактора CorelDRAW

*Adobe Illustrator* – программа, предназначенная для иллюстраторов и дизайнеров, предоставляющая широкие возможности по созданию высококачественных изображений для печати и публикации в Web.

*Adobe Photoshop* – это многофункциональный графический редактор, мощное средство редактирования растровых изображений. Программа была разработана как редактор изображений для полиграфии, но она широко используется и в веб-дизайне. Вместе с другими программами компании Adobe Systems (*Adobe ImageReady*, *Adobe Illustrator*, *Adobe Premiere*, *Adobe After Effects* и *Adobe Encore DVD*) *Photoshop* используется для создания профессиональных DVD, спецэффектов (фоны, текстуры), на телевидении, в кинема-



тографе и Всемирной паутине. Photoshop также используется при разработке компьютерных игр.

**GIMP** (GNU Image Manipulation Program) – растровый графический редактор с частичной поддержкой векторной графики. С помощью GIMP можно создавать и обрабатывать графические файлы, фотографии, логотипы и рисунки. Программа позволяет изменить размер изображения, отредактировать цвет, соединить несколько фото в одно, настроить яркость, контрастность и цветовой баланс картинку или фотографии. Для создания полноценных рисунков в GIMP имеются карандаши, кисти, штампы и др. С помощью инструментов для преобразований можно повернуть объект, изменить его размеры масштабированием, выполнить анимацию (рисунок 2.1 б).

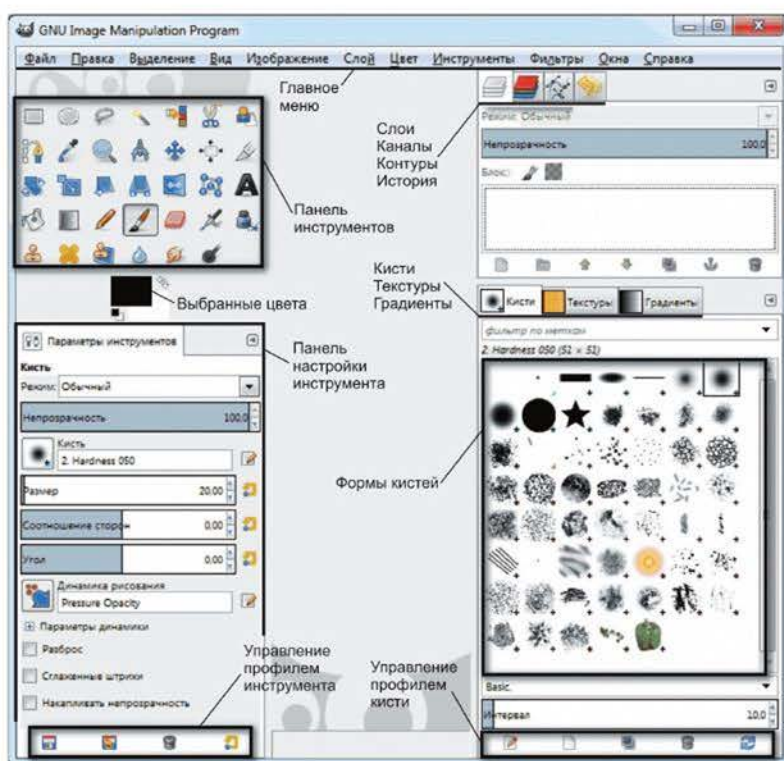


Рисунок 2.1 б) Интерфейс редактора GIMP

### ***Работа на ПК***

Очень необычно смотрятся черно-белые фотографии, на которых присутствуют один или два цветных элемента. Такие фото можно обработать с помощью специальных приложений смартфонов или современного программного обеспечения.





Рисунок 2.2 Фотография для преобразования цвета в окне программы GIMP

Выполним преобразование цветной фотографии в GIMP. Для этого:

- 1) предварительно подготовить фото, которое будет преобразовано;
- 2) запустить программу *Пуск – Все программы – GIMP 2.10.10* ;
- 3) открыть фото *Файл – Открыть* (рисунок 2.2);
- 4) в верхнем левом углу окна программы выбрать инструмент *Умные ножницы*, с помощью которого будет выделяться объект (рисунок 2.3);

5) выполнить выделение контура телефонной будки (рисунок 2.4). Более точное выделение можно регулировать расстоянием между выделенными фрагментами и увеличением масштаба изображения (окошко регулирования масштаба находится в нижней части окна по центру).



Рисунок 2.3  
Выбор инструмента  
*Умные ножницы*



Рисунок 2.4 Выделение контура будки  
инструментом *Умные ножницы*

По завершении обхода контура щелкнуть кнопкой *Enter* на клавиатуре. Контур выделится бегущей штриховой строкой;

- 6) выполнить последовательность *Выделение – Инвертировать*;
- 7) выполнить последовательность *Цвет – Обесцвечивание – ОК*;

8) выполнить последовательность *Выделение – Снять выделение*. Фотография готова (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 Черно-белая фотография с красной телефонной будкой

Для сохранения фотографии в нужном вам формате нажмите *Файл – Экспортировать как*, выберите место сохранения и тип файла по расширению, например \*.jpeg.

### Поисково-исследовательская работа

1. Проведите поиск графических программ, которые применяются для выполнения архитектурно-строительных проектов, дизайна мебели, обуви, одежды и т. д.
2. Выполните цветовое преобразование какой-либо фотографии или картинки в одной из программ. Продемонстрируйте результаты классу.

Возможности создания 2D-изображений используются также в программах расчетно-графического характера. Такие программы применяются в производственных целях в разных отраслях промышленности и относятся к программам САПР.

САПР (Система автоматизированного проектирования) представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования и состоящую из технического, программного, математического, информационного, лингвистического обеспечения.

В англоязычных системах зачастую используется аббревиатура CAD (от англ. Computer-Aided Design), подразумевающая использование компьютерных технологий в проектировании и инженерной деятельности. К CAD-программам относятся: Altium Designer, ArchiCAD, AutoCAD, CorelCAD, nanoCAD, SolidWorks, TurboCAD, КОМПАС-3D, Julivi и др.




*КОМПАС-3D* – это система автоматизированного проектирования, позволяющая выполнять чертежи изделий, схемы, спецификации, таблицы, инструкции, расчетно-пояснительные записки, технические условия, текстовые и прочие документы. КОМПАС-3D поддерживает форматы DXF, DWG, IGES и др. Система разработана в соответствии с ГОСТами ЕСКД и полностью адаптирована под производственные потребности промышленности, строительства и других отраслей экономики Казахстана.

Подробнее рассмотрим особенности работы в графическом редакторе КОМПАС-3D, для чего ознакомимся с интерфейсом программы, алгоритмами запуска и построения простейших геометрических элементов.

### **Работа на ПК**



Запустить программу КОМПАС-3D. Для этого нажать на кнопку *Пуск* на рабочем столе. В *Главном меню* операционной системы Windows выбрать строку *Программы*. В раскрывшемся подменю выбрать АСКОН – КОМПАС-3D и нужную иконку для запуска .

В КОМПАС-3D есть возможность разработки эскизов деталей и выполнения геометрических расчетов (в документе *Фрагмент*), разработки и оформления конструкторских документов: *Чертеж*, *Текстовый документ*, *Спецификация*, *Сборочный чертеж*, а также трехмерное моделирование деталей и сборки изделия.

*Создание документа в программе КОМПАС-3D.*

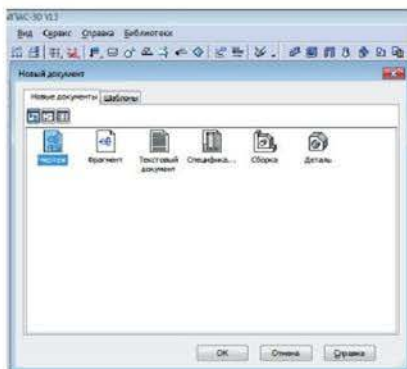




Рисунок 2.6 Окно создания нового документа в КОМПАС-3D

На рисунке 2.6 показано окно *Новый документ*, где можно выбрать необходимый документ для разработки. Обычно это окно появляется при запуске программы. Вначале изучаются простейшие элементы построения в до-

кументе *Фрагмент* или *Чертеж*. Для входа выбрать документ *Чертеж* и нажать ОК.

При открытии документа *Чертеж* на экране появится лист формата А4, расположенный по умолчанию вертикально. Если вы уже работаете в каком-то документе и хотите создать другой новый документ, нажмите кнопку  команды *Создать документ* → *Чертеж* .

Открытие ранее сохраненных файлов, вставка фрагментов, импорт и экспорт документа, копирование и вставка объектов и сохранение документа выполняются так же, как в программе Microsoft Word.

На рисунке 2.7 показан интерфейс КОМПАС-3D. Как видите, многие команды и меню аналогичны другим программам, которые работают в операционной системе Windows (например, Word, Excel). Из строки меню можно отметить *Инструменты* и *Редактор*, в которых располагаются основные команды КОМПАС-3D.

В *Стандартной панели* (1) имеются: *Менеджер библиотек* (2) с большими функциональными возможностями, чертежами и моделями стандартных и типовых деталей; *Менеджер документов* (3) – для управления документами и видами в программе.

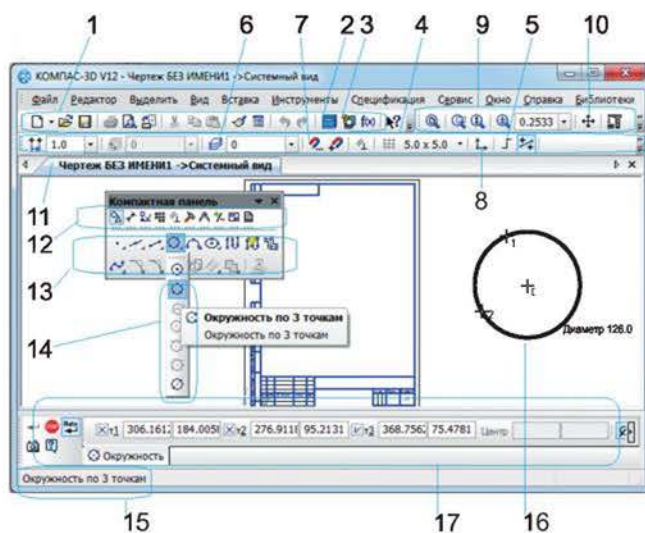


Рисунок 2.7 Интерфейс программы КОМПАС-3D

Панель *Текущее состояние* (4) содержит: команду перехода в *ортогональное черчение* (5) (при ее включении все линии/отрезки могут проводиться только горизонтально или вертикально); *сетку*; *слои* (6) – для создания чертежей послойно; *привязки* (7) – для автоматического определения характерных

точек, таких как: *центр окружности, середина отрезка, касательная точка* и т. д.; *локальная система координат (ЛСК)* (8) – для создания собственной ЛСК при вычерчивании какого-либо объекта или чертежа.

В панели инструментов *Виды* (9) имеются кнопки, с помощью которых можно регулировать виды экрана, увеличивать/уменьшать – приближать/отдалять – перемещать (10) изображение курсором.

При создании документа КОМПАС-3D открывается *вкладка* (11). Нажав на вкладки, можно переходить из одного документа в другой.

В *Компактной панели* (12) закреплены панели инструментов: *Геометрия, Размеры, Редактирование, Обозначения, Виды* и др. На рисунке 2.7 открыта панель инструментов *Геометрия* (13), где показаны все команды, с помощью которых можно вычерчивать геометрические примитивы.

Многие команды в КОМПАС-3D имеют маленький треугольник в нижнем правом углу, означающий, что команда имеет расширенную панель инструментов. Если удерживать ЛК (левую кнопку) мыши на одной из таких команд, то открывается панель расширенной возможности выполнения данной команды. На рисунке 2.7 показана расширенная возможность команды *Окружность* (14) – *Окружность по трем точкам*. Для этой команды в *Панели свойств* (17) можно задать координаты по осям X и Y для каждой из трех точек строящейся окружности.

В *Строке сообщений* (15) в диалоговом режиме указывается последовательность (запрос) действий по выполнению команды.

Центральное белое поле, на котором расположен формат A4 и окружность (16), называется *рабочим пространством*.


Для того чтобы выполнять простые построения в КОМПАС-3D, пользуются панелью инструментов  *Геометрия*. В таблице 2.1 представлены инструменты, которые находятся в этой панели.

Таблица 2.1






Команды панели инструментов *Геометрия*

Кнопка	Инструмент	Кнопка	Инструмент
	Точка		Непрерывный ввод объекта
	Вспомогательная прямая		Фаска
	Отрезок		Скругление
	Окружность		Прямоугольник
	Дуга		Штриховка
	Эллипс		Эквидистанта

В таблице 2.2 показаны возможности, условное обозначение и описание расширенной опции команды *Отрезок*.

Таблица 2.2


Команда *Отрезок* (разновидности, условное обозначение, описание)

Команда	Кнопка	Описание команды
Отрезок		Позволяет начертить отрезок выбранного стиля линии с концами в двух выбранных точках.
Отрезок параллельный		Позволяет начертить один или несколько отрезков, параллельных другим прямым или отрезкам.
Отрезок перпендикулярный		Позволяет начертить один или несколько отрезков, перпендикулярных другим объектам.
Отрезок, касательный из внешней точки		Позволяет начертить один или несколько касательных отрезков, проходящих через выбранную внешнюю точку относительно других объектов.
Касательный отрезок через точку кривой		Позволяет начертить один или несколько касательных отрезков через заданную точку других объектов.
Отрезок, касательный к двум кривым		Позволяет начертить один или несколько отрезков, каждый из которых является касательным к двум объектам.

При выборе команды *Отрезок* по умолчанию строится отрезок, проходящий через две указанные точки. Чтобы получить доступ к другим вариантам построения, необходимо вызвать *Панель расширенных команд*. Для этого щелкнуть ЛК мы-



Рисунок 2.8  
Панель расширенных команд *Отрезка*

ши на кнопке основной команды *Отрезок*  и не отпускать ее. В появившейся *Панели расширенных команд* (рисунок 2.8) выбрать необходимый вариант команды, установив курсор на соответствующей кнопке, и отпустить клавишу мыши. Другие фигуры – прямоугольник, окружность, дуга, эллипс – строятся аналогично.

При выполнении работы следует обратить внимание на подсказки системы КОМПАС-3D в *Строке сообщений*. Если возникли трудности при выполнении команды, следует нажать кнопку F1 (*Справка*) на клавиатуре, после чего откроется окно с подробной информацией о команде.

При выборе любой команды (например, *Отрезок*) открывается *Панель свойств* (рисунок 2.9). В ней отражена вся информация по команде: координаты по X и Y первой и второй точек отрезка, его длина, угол, стиль линии,

которым можно его выполнить. В КОМПАС-3D стили линий и их толщины соответствуют стандарту, для удобства проектировщика они отличаются цветом.

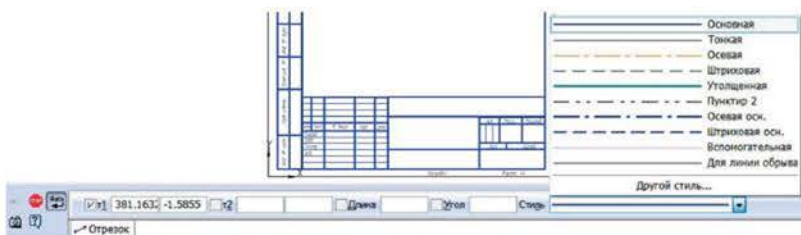


Рисунок 2.9 Панель свойств команды *Отрезок*

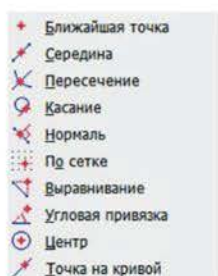


Рисунок 2.10  
Привязки  
КОМПАС-3D



Рисунок 2.11 Окно  
команды *Штриховка*

В КОМПАС-3D точность построения достигается с помощью применения различных привязок: *Ближайшая точка*, *Середина*, *Пересечение*, *Касание* и др. (рисунок 2.10).

Привязки могут быть локальными и глобальными. *Локальные привязки* выбираются в контекстном меню, вызываемом нажатием ПК (правой кнопки) мыши, и действуют один раз. *Глобальные* – выбираются в панели *Текущее состояние* и действуют постоянно.

Для того чтобы в КОМПАС-3D выполнить штриховку объектов, необходимо выбрать команду *Штриховка* на панели *Геометрия*, выбрать в *Панели свойств* стиль штриховки: *Металл*, *Неметалл*, *Керамика* или другое (рисунок 2.11) и указать точку внутри области, которую нужно заштриховать.



Размеры в КОМПАС-3D (линейные, диаметральные, радиальные, угловые) находятся в панели инструментов *Размеры* и проставляются автоматически. Достаточно указать характерные точки геометрических фигур, для которых нужно проставить размер.

В КОМПАС-3D имеется возможность черчения по координационной сетке при установке одноименной привязки. Для этого нажать кнопку *Сетка*, настроить ее параметры, нажав на

черный треугольник (Шаг по оси X, мм; Шаг по оси Y, мм; угол поворота) и установить в *Глобальных привязках* привязку *По сетке*.



### Поисково-исследовательская работа

1. Запустив КОМПАС-3D, ознакомьтесь с интерфейсом.
2. Выберите одну из кнопок  и настройте размер изображения так, как вам удобно. Цифра 1.0 в окошке показывает текущий масштаб изображения на экране дисплея. Чтобы вызвать команду или активировать инструмент, достаточно нажать на соответствующую кнопку. Чтобы прервать любую команду, надо нажать кнопку *Esc* на клавиатуре или в контекстном меню (вызывается нажатием ПК мыши) выбрать *Прервать команду*.
3. Нажав на кнопку *Сдвинуть*  на верхней панели, выберите любую точку на рабочем пространстве. Держите нажатой ЛК мыши и перемещайте мышку: чертеж переместится туда, куда вы сдвинете мышь. Имейте в виду, эта команда активизируется и при нажатии на ролик мышки.
4. Поэкспериментируйте, выбирая разные команды в панели инструментов *Геометрия*.
5. Самостоятельно изучите, как в КОМПАС-3D выполняется команда *Прямоугольник*. Определите, какие фигуры можно построить, вызвав *Панель расширенных команд* команды *Прямоугольник*.
6. Включите координационную сетку, настройте ее параметры (10×10 мм), установите привязку *По сетке* и постройте командой *Отрезок* фигуры: треугольник и прямоугольник. Проставьте линейные размеры.

### Контрольные вопросы

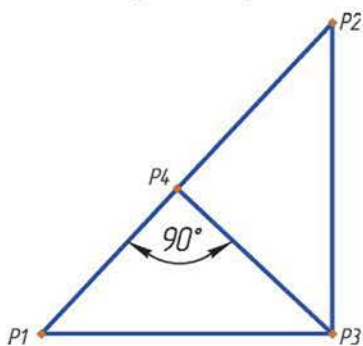
1. Опишите, для чего служат *Панель свойств* и *Компактная панель инструментов* в КОМПАС-3D.
2. Перечислите достоинства и недостатки программ Adobe Photoshop и CorelDRAW. Обоснуйте свои доводы.
3. Оцените преимущества применения программы КОМПАС-3D по сравнению с Adobe Photoshop и CorelDRAW при решении проектных задач.
4. Изучив видеоматериалы, представленные в электронном приложении к учебнику (раздел 1, глава 2), проанализируйте возможности нескольких графических редакторов (по выбору).

## 2.2 Инструменты и возможности графического редактора для создания 2D-объектов

Изучив построение простейших геометрических элементов в программе КОМПАС-3D, перейдем к созданию 2D-изображений.

### Работа на ПК



1. Построить отрезки стилем линии *Основная* по образцу 1.




Образец 1


*Последовательность работы:*



1) Создать документ *Фрагмент*.

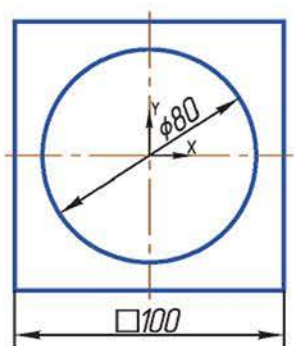
2) С помощью команды *Отрезок*  на панели инструментов *Геометрия*  построить отрезки P1-P2, P1-P3, P2-P3.

3) Так как отрезок P3-P4 перпендикулярен отрезку P1-P2, вызвать *Панель расширенных команд* команды *Отрезок*. Не отпуская ЛК мыши, переместить курсор на кнопку

*Перпендикулярный отрезок*  и отпустить кнопку мыши. Далее, щелкнув ЛК в точках P3 и P4, построить заданный отрезок.

Следует обратить внимание на то, что при построении отрезка P3-P4 появилась привязка в виде перекрестья и названия  *Точка на кривой*.

4) Для простановки размера  $90^\circ$  открыть панель инструментов *Размеры* , выбрать команду *Угловой размер* , последовательно указать ЛК мыши отрезки, между которыми нужно проставить размер. Система проставит размер автоматически.






Образец 2




2. Построить прямоугольник и окружность по образцу 2.

*Последовательность работы:*



1) Создать документ *Фрагмент*.




2) С помощью команды *Окружность*  на панели инструментов *Геометрия*  построить окружность с центром в начале координат (0; 0) и диаметром 80 мм. Для автоматической отрисовки осей включите кнопку *С осями*  на *Панели свойств*:



3) С помощью расширенной опции команды *Прямоугольник* , *Прямоугольник по центру и вершине*  на панели инструментов *Геометрия*  построить квадрат с центром в начале координат (0; 0) и размером стороны 100 мм:




4) Открыть панель инструментов *Размеры* , выбрать команду *Диаметральный размер* , указать мишенью мыши на линию окружности, щелкнуть ЛК после того, как она окрасится в красный цвет. Система проставит размер автоматически.



5) В панели инструментов *Размеры* , выбрать команду *Линейный размер* , в *Панели свойств* нажать на кнопку *Горизонтальный*, зайти в окно *Текст*, в раскрывшемся окне *Задание размерной надписи* указать символ квадрата   Нет   $\square$   R  M, нажать ОК. Далее указать первую и вторую точки простановки размера. Система проставит размер автоматически.

### Самостоятельная работа № 1

**Задание 1.** Выполнить построения по образцу 3.

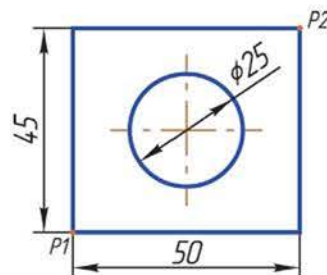
*Последовательность работы:*

1) В произвольной области построить прямоугольник по двум вершинам  P1 и P2 размерами 45×50 мм.

2) Чтобы найти центр окружности диаметром 25 мм, выполнить дополнительные построения. Для этого выбрать команду *Вспомогательная прямая*  на панели инструментов *Геометрия* , построить две прямые через диагонально расположенные вершины.

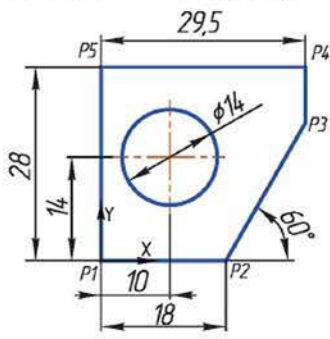
3) Построить окружность  $\varnothing 25$  мм.

4) Проставить размеры.



Образец 3

**Задание 2.** Выполнить построения по образцу 4.

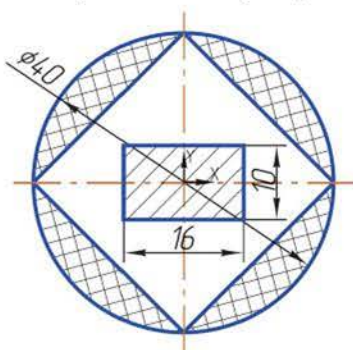


Образец 4

*Последовательность работы:*

- 1) Выполнить анализ чертежа:
  - Из каких фигур он состоит?
  - С помощью каких команд можно его построить?
  - Продумайте последовательность построений.
  - Какие размеры необходимо проставить?
- 2) Построить чертеж по образцу.
- 3) Проставить размеры.

**Задание 3.** Выполнить построения по образцу 5.







Образец 5

*Последовательность работы:*

- 1) Выполнить анализ чертежа:
  - Из каких фигур он состоит?
  - С помощью каких команд можно его построить?
  - Продумайте последовательность построений.
  - Какие размеры необходимо проставить?

2) Построить чертеж по образцу.

*Подсказка:* ромб строить с помощью расширенной опции команды *Прямоугольник*  *Многоугольник*  на панели инструментов *Геометрия* . В *Панели свойств* задать количество вершин 4, нажать кнопку *По описанной окружности* , в поле *Диаметр* ввести 40, в поле *Угол* ввести 0.



3) Проставить размеры.

*Подсказка:* если размерные стрелки и надписи слишком большие, уменьшить их можно, выполнив последовательность действий: *Нажать ПК мыши в поле чертежа* → *Параметры текущего фрагмента* → *Размеры* → *Параметры* (изменить длину стрелки) → *Надпись* (изменить высоту шрифта) → *ОК*.



4) Выполнить штриховку. Поэкспериментируйте с шагом штриховки, который задается в *Панели свойств*.

### Поисково-исследовательская работа

Разделитесь на пары или группы. Каждая пара/группа работает с программой по выбору (CorelDRAW, AutoCAD, КОМПАС-3D, Adobe Photoshop или др.).



1. Ознакомьтесь с командами для построения дуги, эллипса, прямоугольника, проанализируйте их расширенные возможности. Полученную информацию изобразите в структурно-логической форме.
2. Установите сходства и различия в построении дуги, эллипса и прямоугольника в рассматриваемых программах. Продемонстрируйте на примерах.



## **2.3 Анализ цветowych моделей в растровой и векторной графике**

Цветовые модели являются средством количественного описания цвета и различия его оттенков. В каждой модели определенный диапазон цветов представляют в виде трехмерного пространства, в котором цвет – набор числовых координат. Это делает возможным обмен цветовой информацией между цифровой техникой и программным обеспечением.

По принципу действия цветовые модели условно разбивают на три класса:

- 1) *аддитивные* (RGB), основанные на сложении цветов;
- 2) *субтрактивные* (CMY, CMYK), основу которых составляет операция вычитания цветов;

3) *перцепционные* (HSB, HLS, Lab, YCC), базирующиеся на восприятии. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

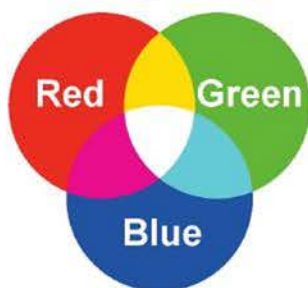


Рисунок 2.12  
Цветовая модель RGB

Цветовая модель RGB описывает цвет источника света (например, экрана монитора или телевизора). Из огромного множества цветов в качестве основных было выделено три цвета (рисунок 2.12): красный (Red), зеленый (Green), синий (Blue). Первые буквы названий основных цветов и образовали название цветовой модели.

Когда смешиваются два основных цвета, получившийся цвет осветляется: красный и зеленый дают желтый, зеленый и синий – голубой, из синего и красного получится пурпурный. Если смешать все три основных цвета, образуется белый. Такие цвета называются *аддитивными* (от лат. *additio* – прибавляю).

Если предыдущая модель описывает светящиеся цвета, то CMYK применяется для описания цветов отраженных. Еще они называются *субтрактивными* («вычитательными»), потому что они остаются после вычитания основных аддитивных. Так как цветов для вычитания у нас три, то и основных субтрактивных цветов тоже будет три: голубой (Cyan), пурпурный (Magenta), желтый (Yellow) (рисунок 2.13).

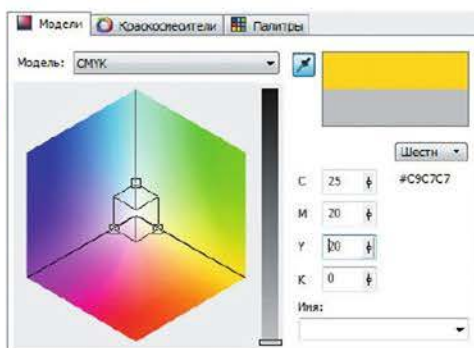
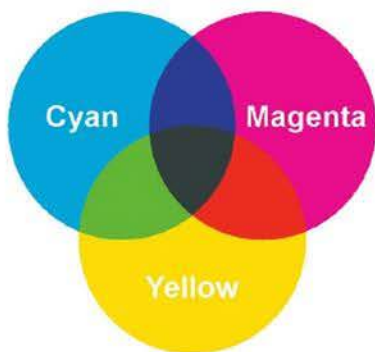


Рисунок 2.13 Цветовая модель CMYK

Когда смешиваем две субтрактивные краски, то результирующий цвет затемняется, а если смешать три цвета, то должен получиться черный цвет. При нулевом значении всех красок получаем белый цвет. А когда значения всех составляющих равны – получаем серый цвет.

На самом деле, если смешать три краски при максимальных значениях, вместо глубокого черного цвета у нас получится грязный темно-коричневый.

Чтобы устранить эту проблему, к трем цветам добавили четвертый – черный. Он и дополнил название цветовой модели буквой К – black (Черный).

CMYK – модель аппаратно-зависимая (рисунок 2.14). Конечный результат зависит от краски, типа бумаги, печатной машины, особенностей технологии печати. Поэтому одно и то же изображение в разных типографиях может быть напечатанным по-разному.

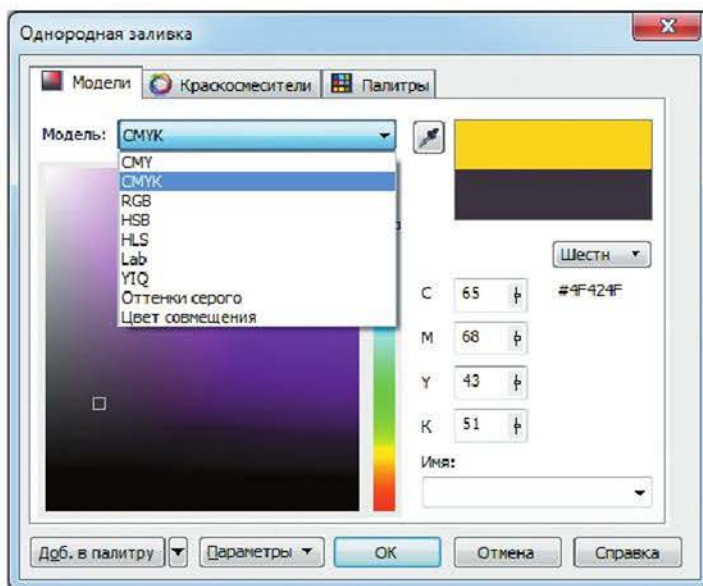


Рисунок 2.14 Выбор цветовой модели в программе CorelDRAW

**Градиент** – это вид заливки в компьютерной графике, который по заданным параметрам цвета в ключевых точках рассчитывает промежуточные цвета остальных точек. При этом создаются плавные переходы из одного цвета в другой. Обычно в градиенте можно использовать более двух цветов и дополнительно указывать настройки прозрачности и смещения границы цветов.

Основные виды градиентов: линейный, круговой, угловой (конусный), отраженный, ромбовидный.

На рисунке 2.15 показаны типы градиентов в системе КОМПАС-3D и их применение. Команда *Заливка* и *Штриховка* находятся в панели инструментов *Геометрия*.

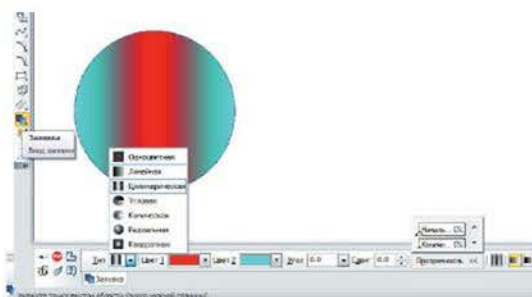


Рисунок 2.15 Типы градиентов в системе КОМПАС-3D

### ***Работа на ПК***

Откройте несколько рисунков (фотографии, рисунки из Интернета) с помощью любой имеющейся программы и определите параметры цвета. Подсказки для действий даны на рисунке 2.16.

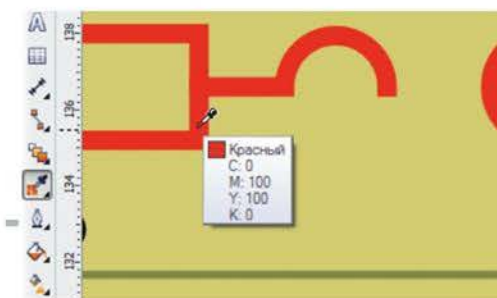


Рисунок 2.16 Определение параметров цветовой модели в программе CorelDRAW

### **Поисково-исследовательская работа**

1. Изучите, как подбирается цветовая гамма в различных графических редакторах (например, SketchUp, Paint.NET).
2. Проанализируйте инструменты редактирования цвета в программах AutoCAD или КОМПАС-3D.
3. Дайте сравнительную оценку создания цветовых моделей в программах растровой и векторной графики.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие инструменты имеются в Microsoft Paint для создания 2D-изображений?
2. Сравните возможности Microsoft Paint и КОМПАС-3D при создании геометрических объектов.
3. Какие инструменты применяют для редактирования изображений в КОМПАС-3D? Имеются ли такие же в других программах?



4. Что такое цветовая модель? Объясните, как получают различные цвета и оттенки в программах растровой и векторной графики.
5. Определите место цветовых моделей в визуальном изображении графической информации.

## 2.4 Применение графических операций для создания 2D-объектов

Программа КОМПАС-3D обладает большим набором инструментов для создания 2D-объектов. Также имеются возможности выполнения различных операций над объектами: выделение, удаление, масштабирование, поворот, перемещение и др.

### Работа на ПК

#### 1. Выделение, удаление или редактирование отрезка

1) Для того чтобы выделить отрезок (объект), следует навести курсор и щелкнуть ЛК мыши на нужном отрезке. Если отрезок выделен, то он поменяет цвет – станет зеленым (рисунок 2.17).

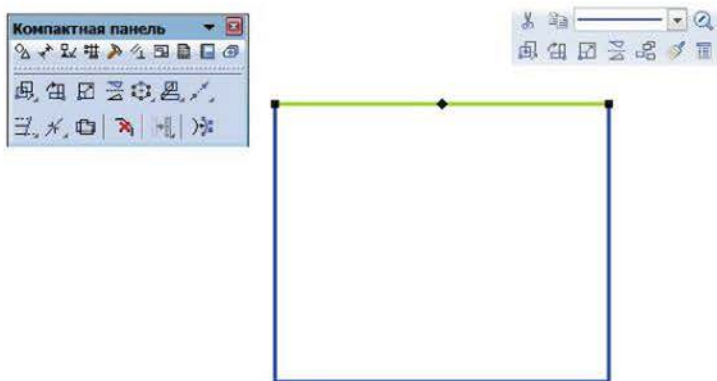


Рисунок 2.17 Выделение отрезка

Также объекты можно выделить рамкой – щелкнуть курсором в свободной точке экрана, удерживая ЛК мыши, протянуть ее диагонально, образуя рамку до полного охвата выделяемого объекта, после чего отпустить курсор.

2) Нажать *Delete*, чтобы удалить отрезок.

3) Для редактирования отрезка его требуется выделить. При этом на экране появляется контекстная панель инструментов, в которой предложены команды редактирования, такие как: *Вырезать*, *Копировать*, *Тип линии*, *Приближение*, *Сдвиг*, *Поворот*, *Масштабирование*, *Симметрия* и т. д. (ри-

сунок 2.18). На этом же рисунке показана активная панель инструментов *Редактирование*.

Для того чтобы изменить длину или угол расположения отрезка, требуется два раза щелкнуть на нем ЛК мыши, тогда объект выделится и появится *Панель свойств* (рисунок 2.18), в поля которой можно ввести новые данные.

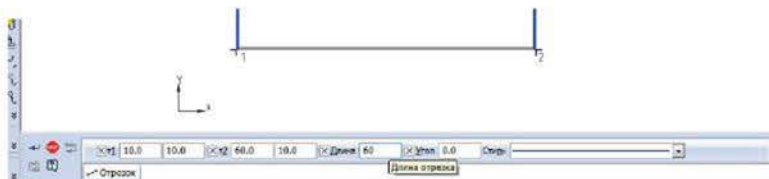


Рисунок 2.18 Редактирование длины отрезка

## 2. Увеличение или уменьшение объекта (масштабирование)


Чтобы масштабировать фрагмент, вид или чертеж, нужно выделить его рамкой, затем вызвать команду *Масштабирование*  из контекстной панели (рисунок 2.19). Для получения фрагмента в определенном масштабе, после вызова команды ввести величину масштаба по осям: *масштаб по X* и *масштаб по Y* в соответствующие окошки *Панели свойств*.



Рисунок 2.19 Вызов команды *Масштабирование* из контекстной панели

Масштабирование может быть выполнено в двух режимах: с сохранением первоначального объекта и без сохранения первоначального объекта. На рисунке 2.20 выбран соответствующий режим – *Удалить исходные объекты*. Такие режимы также предложены в командах: *Копирование*, *Поворот*, *Симметрия*, *Сдвиг*.

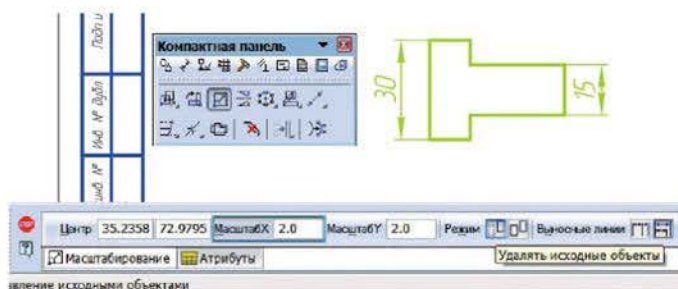




Рисунок 2.20 Панель свойств *Масштабирование*

На рисунке 2.21 показан масштабированный объект с сохранением изображения в исходном масштабе.

Включить инструмент *Масштабирование*  можно и через панель инструментов *Редактирование* .

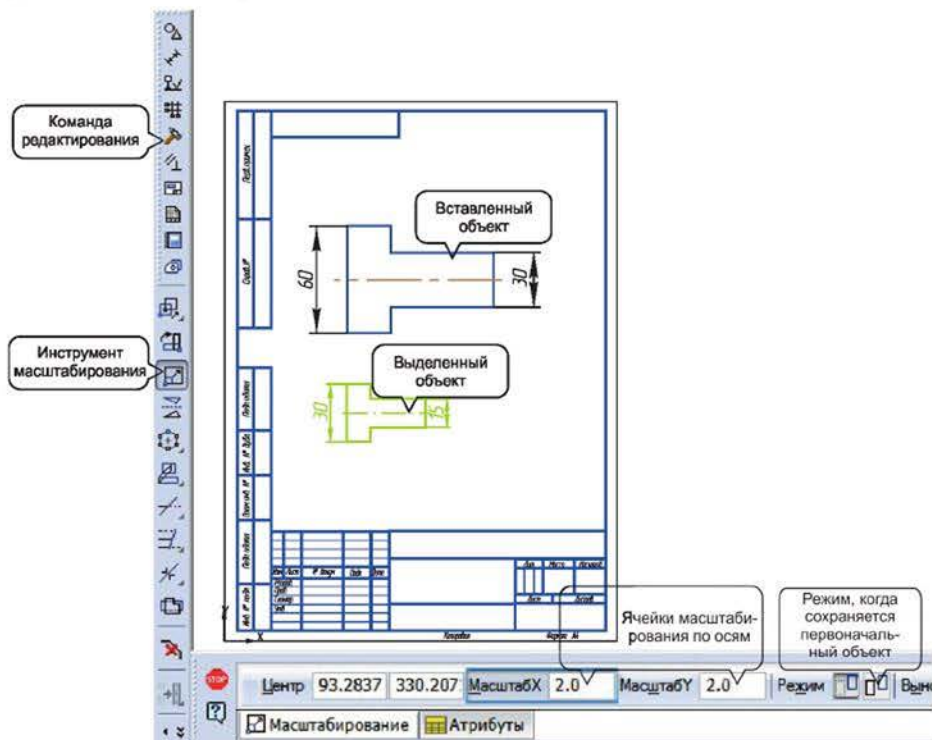


Рисунок 2.21 Масштабированный объект с сохранением исходного масштаба

### Поисково-исследовательская работа

Изучите инструменты редактирования программы КОМПАС-3D и ответьте на вопросы:

1. Какие инструменты имеются в панели *Редактирование* и для чего они используются?
2. Как активизируются инструменты и отменяются действия?
3. Какие запросы появляются в *Строке сообщений* при вызове команды?
4. Выберите одну-две команды в панели *Редактирование*. Определите параметры, характерные точки, режимы, которые нужно указать в *Панели свойств* для выполнения этих команд.

Результат работы оформите и презентуйте классу.





### Работа на ПК

В документе *Фрагмент* необходимо выполнить прямоугольник произвольного размера с помощью команды *Прямоугольник*.

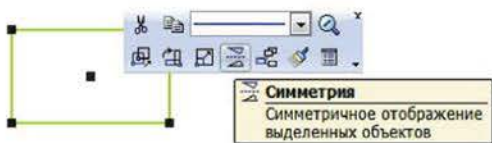


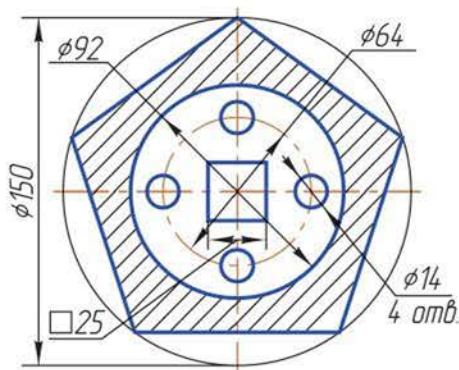
Рисунок 2.22 Выделение объекта

1. Выделить объект (рисунок 2.22).  
2. Используя команды: *Перемещение*, *Симметрия*, *Поворот*, *Копия*, которые отражаются в контекстном меню, выполнить следующие действия:

- 1) переместить объект на 50 мм по оси X;
  - 2) создать симметричную копию относительно оси Y;
  - 3) повернуть объект на 30° против часовой стрелки;
  - 4) выполнить 7 копий объекта с помощью команды *Копия по кривой*.
- При выполнении задания обращайте внимание на запросы в строке сообщений.

### Самостоятельная работа № 2



**Задание 1.** Выполнить построения по образцу 6.



Образец 6

*Последовательность работы:*

- 1) Выполнить анализ чертежа, ответив на следующие вопросы: из каких фигур он состоит? С помощью каких команд его можно построить?
- 2) Продумать последовательность построений, какие размеры необходимо проставить.
- 3) Построить чертеж по образцу. Обращайте внимание на стиль линий при построении разных объектов чертежа.

*Подсказка:* окружности диаметром 14 мм можно построить с помощью команды *Копия по окружности*  на панели инструментов *Редактирование* .

4) Проставить размеры.

*Подсказка:* если размерная надпись расположена на полке, установить ее можно в *Панели свойств*, нажав на вкладку *Параметры* (рисунок 2.23).

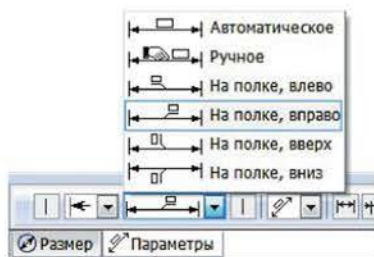



Рисунок 2.23 Установка параметров размерной надписи в *Панели свойств*

Чтобы выполнить надпись «4 отв.» под диаметральной размером 14 мм, следует нажать на кнопку  в поле *Задание размерной надписи* и в открывшемся окне выполнить надпись (рисунок 2.24).

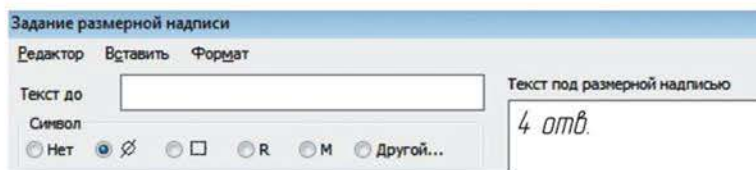





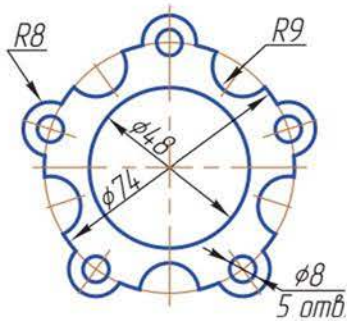
Рисунок 2.24 Вызов окна для записи текста под размерной надписью

5) Выполнить штриховку. Поэкспериментируйте с шагом штриховки, который задается в *Панели свойств*.

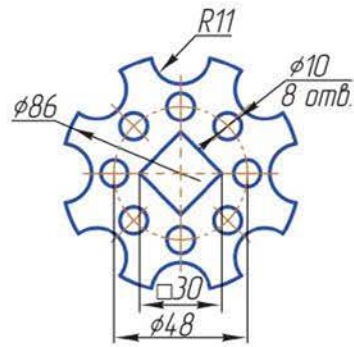
6) Повернуть чертеж относительно центра на  $45^\circ$  по часовой стрелке, предварительно выделив его рамкой. Не забудьте включить режим  в *Панели свойств*.

7) Выполнить зеркальное отображение чертежа с помощью команды *Симметрия* , расположенной на инструментальной панели *Редактирование* .

*Подсказка:* если испытываете трудности при выполнении какой-либо команды, пользуйтесь справкой КОМПАС-3D, вызвать которую можно нажатием кнопки F1 на клавиатуре.





Образец 7



Образец 8

**Задание 2.** Выполнить построения по образцу 7.



*Подсказка:* для удаления лишних элементов чертежа пользуйтесь командой *Усечь кривую* , расположенной на инструментальной панели *Редактирование* .

**Задание 3.** Выполнить построения по образцу 8.



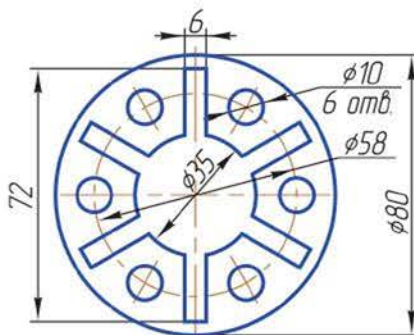
*Подсказка:* при построении диаметрального размера 86 мм вызвать ПК мыши контекстное меню и поставить галочку рядом с текстом «*Размерная линия с обрывом*».

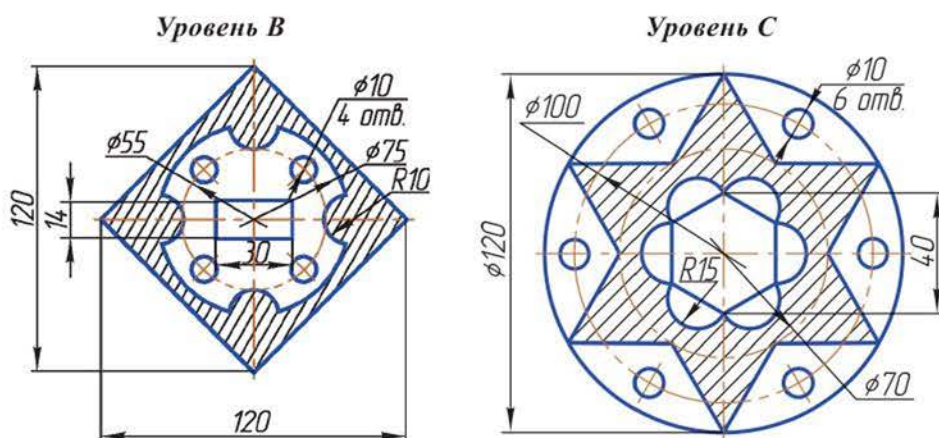


### Поисково-исследовательская работа

1. Самостоятельно изучите команды построения сплайн-линии и эквидистанты кривой. На листе формата А4 поэкспериментируйте с построением объектов по расширенным опциям этих команд.
2. Постройте по эскизу чертеж согласно уровням сложности:

#### Уровень А





### Глава 3 Основные правила выполнения чертежа

#### Вы научитесь:

- применять возможности графического редактора для создания графического оформления 2D-объектов.

#### Ключевые слова

Чертеж	Сызба	Drawing
Формат	Пішім	Paper size
Основная надпись	Негізгі жазу	Title block
Текстовый документ	Мәтіндік құжат	Text document
Масштаб	Масштаб	Scale



#### Вспомните:

- что такое чертежный формат и какие виды чертежных форматов предусмотрены стандартом (ГОСТом);
- как заполняется основная надпись;
- какие программы можно использовать для выполнения чертежей.



### 3.1 Правила оформления чертежа (формат, масштаб, основная надпись)

Система КОМПАС-3D ориентирована на оформление документации в соответствии с ГОСТом и международными стандартами ISO и DIN.

В современных версиях изменен интерфейс программы и добавлен раздел *Специальный документ*. На рисунке 3.1 показано диалоговое окно *Новый документ*.



Рисунок 3.1 Диалоговое окно *Новый документ* программы КОМПАС-3D

Чертеж – это основной тип графического документа в КОМПАС-3D. При создании нового листа чертежа по умолчанию на мониторе появится лист в чертежном формате А4 с основной надписью, которая соответствует стандарту ЕСКД, также автоматически формируется системный вид с масштабом 1:1.

### Формат и основная надпись

Для выбора другого стандартного формата нужно вызвать контекстное меню ПК мыши, выбрать Параметры... . В открывшемся окне задать *Параметры первого листа*, настроить *Формат* и *Ориентацию* (рисунок 3.2).

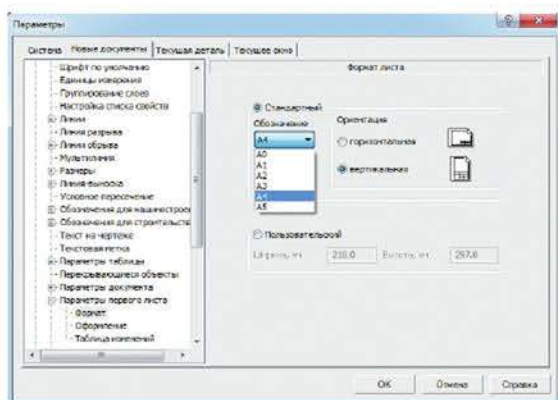


Рисунок 3.2 Окно настройки параметров чертежа

Для заполнения основной надписи нужно два раза кликнуть ЛК мыши в поле основной надписи или выбрать *Заполнить основную надпись* в контекстном меню, вызванном ПК мыши (рисунок 3.3).

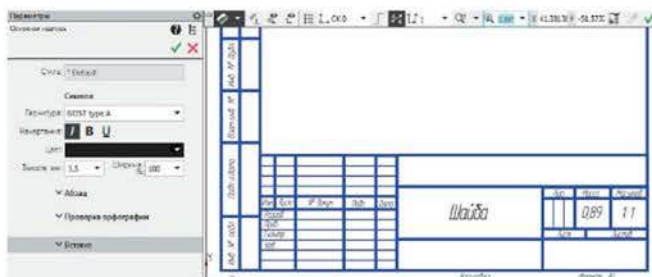



Рисунок 3.3 Заполнение основной надписи



Вся информация по заполнению *Основной надписи* (тип шрифта, высота букв и цифр, цвет шрифта и др.) автоматически отражаются в *Панели свойств* (рисунок 3.3), где их можно редактировать. По окончании заполнения основной надписи следует нажать на зеленую галочку (в ранних версиях – кнопку ) на *Панели свойств*, то есть зафиксировать изменение.

### Масштаб

В КОМПАС-3D для настройки масштаба чертежа, отличного от 1:1, выполняют следующие действия: в окне *Параметры* выбрать вкладку *Новые документы* → *Графический документ* → *Параметры документа* → *Вид*. После этого установить масштаб нового вида и нажать ОК (рисунок 3.4). В основной надписи появится показатель масштаба и все линейные величины выполняются с учетом масштаба. Самое главное: при нанесении размеров масштаб учитывается автоматически, то есть выставляются натуральные размеры объекта.

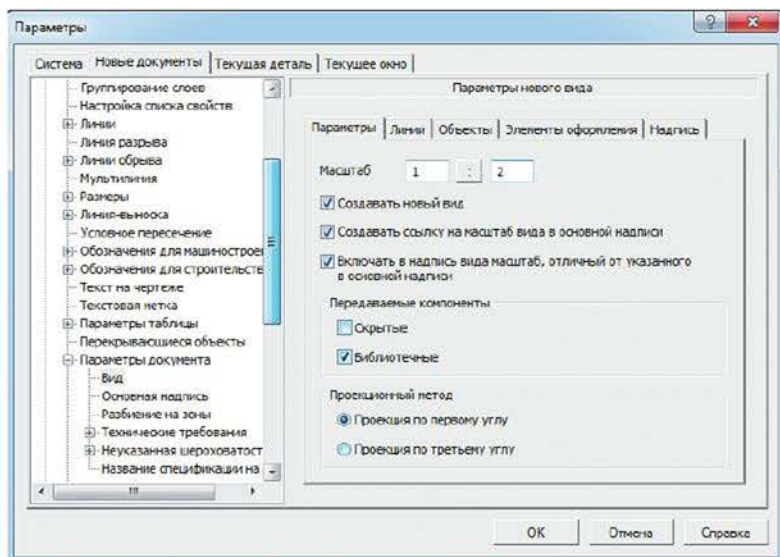


Рисунок 3.4 Настройка масштаба чертежа

### Нанесение размеров

В системе КОМПАС-3D нанесение размеров производится с учетом требований стандартов. Необходимые графические элементы и условные знаки можно выбирать при вызове команды из *Панели свойств* (рисунок 3.5) либо из контекстного меню.

Кроме того, существует диалоговое окно для задания размерной надписи: выбор знаков, таких как диаметр, квадрат; вставка параметров допусков, специальных знаков и т. д. (рисунок 3.6).

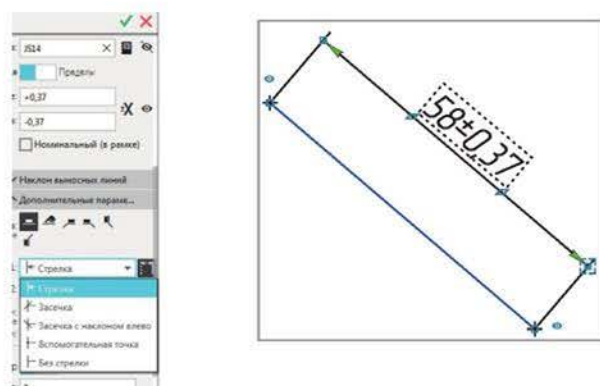


Рисунок 3.5 Задание параметров размера в *Панели свойств*

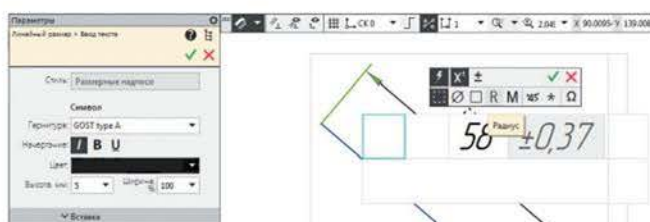


Рисунок 3.6 Окно задания размерной надписи

### Самостоятельная работа № 3

1. Заполнение основной надписи.

1) Создайте документ *Чертеж*.

2) Выполните задание по варианту из таблицы:

Задание	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1. Задайте масштаб чертежа	1:2	1:1	2:1
2. Настройте параметры формата	A4 вертикальная ориентация	A3 горизонтальная ориентация	A3 вертикальная ориентация
3. Заполните основную надпись: – Разработал: – Проверил: – Обозначение чертежа: – Название детали: – Материал детали: – Организация:	Ф. И. О. ученика Ф. И. О. учителя 000.000.001  Корпус Сталь 45 ГОСТ 1050-88 № школы и класс	Ф. И. О. ученика Ф. И. О. учителя 000.000.002  Корпус Сталь 45 ГОСТ 1050-88 № школы и класс	Ф. И. О. ученика Ф. И. О. учителя 000.000.003  Корпус Сталь 45 ГОСТ 1050-88 № школы и класс

2. По эскизу выполните контур детали (рисунок 3.7) на поле чертежа и нанесите размеры. Сохраните чертёж.

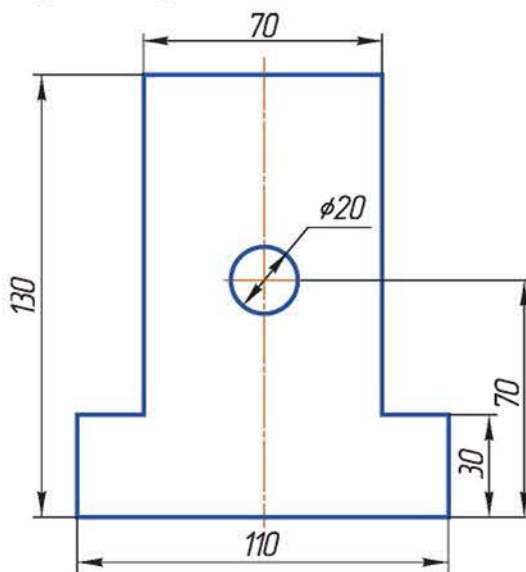


Рисунок 3.7 Эскиз детали

3. Поэкспериментируйте на чертеже (рисунок 3.7), заменив стрелки на засечки. Измените формат и масштаб документа.

### Контрольные вопросы

1. Укажите разновидности документов, которые можно создавать в графическом редакторе КОМПАС-3D.
2. Установите порядок выбора типов линий в системе КОМПАС-3D.
3. Опишите последовательность выбора нужного чертежного формата в КОМПАС-3D.
4. Объясните, как заполняется основная надпись в системе КОМПАС-3D.
5. Расскажите, как можно выбрать условный знак диаметра и метрической резьбы при нанесении размеров.



## Глава 4 Геометрические построения на чертежах

### Вы научитесь:

- выбирать виды растровой, векторной графики для создания 2D-объекта;
- использовать шаблоны, клип-арты, библиотеки при разработке 2D-объектов;
- применять технологию ускорения и оптимизации процесса создания 2D-объектов растровой и векторной графики, вывода изображений на печать;
- выполнять творческие и прикладные задания по графическому моделированию средствами компьютерной графики.

### Ключевые слова

Шаблон	Құжат-үлгі	Template
Клип-арт	Клип-арт	Clip art
Библиотека	Кітапхана	Library
Графические примитивы	Графикалық примитивтер	Graphic primitives
Геометрические построения	Геометриялық салулар	Geometric constructions
Привязка	Байланыстырғыш	Binding
Распечатка	Басып шығару	Printout

### Вспомните:

- что такое декартовы координаты;
- как в известных вам программах растровой и векторной графики выполняются простейшие геометрические фигуры и сопряжения;
- что такое Панель инструментов и Панель свойств в КОМПАС-3D.

### 4.1 Создание 2D-объектов с использованием примитивов (библиотек)

Для того чтобы быстро создавать плоскостные изображения, в графических редакторах имеется инструментарий, включающий примитивы, шаблоны, клип-арты и другие средства.

**Примитивом** в компьютерной графике называют простой графический элемент (точка, кривая, дуга, эллипс и др.), который является частью стандартного инструментария и может включаться в изображения, создаваемые с помощью графического редактора.

Основные графические примитивы:

– *точка* – это один из простейших примитивов, который характеризуется тремя пространственными координатами X, Y и Z;

- *отрезок* – это часть прямой линии, задаваемая двумя крайними точками;
- *полилиния* – ломаная линия;
- *прямоугольник* – фигура, для которой указываются координаты начальной и противоположной угловых точек;
- *дуга* – часть окружности, которая геометрически определяется центром, радиусом и двумя центральными углами;
- *круг* – часть плоскости, ограниченная окружностью.

Каждый примитив формируется своей командой, которая чаще всего совпадает по имени с примитивом. Для некоторых примитивов у пользователя имеется возможность нескольких способов построения. Например, окружность можно построить по центру и радиусу, по центру и диаметру, по трем точкам на плоскости и т. д.

Примитивы имеют свойства: *Цвет*; *Тип линии*; *Угол* и др.

Над примитивами можно выполнять следующие операции: удалять, копировать, перемещать, поворачивать, отображать зеркально (симметрично).

### **Работа на ПК**

#### *Создание 2D-объектов в КОМПАС-3D*

Выполнить геометрические построения, применив возможности программы КОМПАС-3D.

1. Деление объекта (отрезка) на равные части. Отрезок длиной 150 мм требуется разделить на 18 частей.

*Порядок работы:*

1) Создать документ *Фрагмент*.

2) В панели *Геометрия* выбрать команду *Отрезок*. Первую точку отрезка поместить в начало координат (0; 0). В *Панели свойств* в ячейке *Длина* ввести 150 (мм), в ячейке *Угол* 0 (градусов). Нажать зеленую галочку для завершения команды.

3) В панели инструментов *Геометрия* выбрать команду *Точка*. Удерживая ЛК мыши в *Панели расширенных команд*, выбрать опцию *Точки по кривой* (рисунок 4.1).

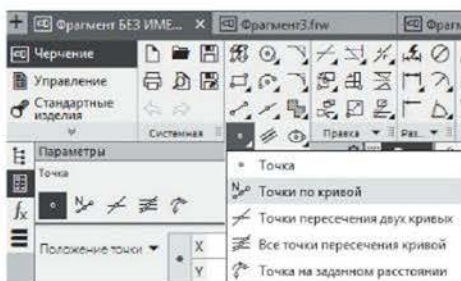


Рисунок 4.1 Выбор команды *Точки по кривой*

4) В *Панели свойств* ввести количество участков, на которое необходимо разделить отрезок (18), и мишенью мыши указать объект – *Отрезок*. Результат операции показан на рисунке 4.2.

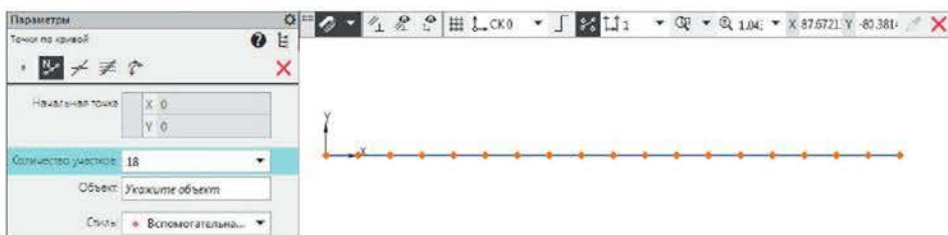


Рисунок 4.2 Результат деления отрезка на 18 равных частей

## 2. Деление окружности на равные части.

Окружность диаметром 100 мм требуется разделить на 7 равных сегментов.

*Порядок работы:*

- 1) Создать новый документ *Фрагмент*.
- 2) В панели *Геометрия* выбрать команду *Окружность*. Центр окружности поместить в начало координат (0; 0). В *Панели свойств* в ячейке *Диаметр* ввести 100. Нажать зеленую галочку для завершения команды.
- 3) В панели инструментов *Геометрия* выбрать команду *Точка*. Удерживая ЛК мыши команду *Точка*, в *Панели расширенных команд* выбрать *Точки по кривой*.
- 4) В *Панели свойств* ввести количество участков (7), на которое необходимо разделить окружность. На запрос системы: «Укажите начальную точку на замкнутой кривой или введите ее координаты», указать (50; 0). Результат операции показан на рисунке 4.3.

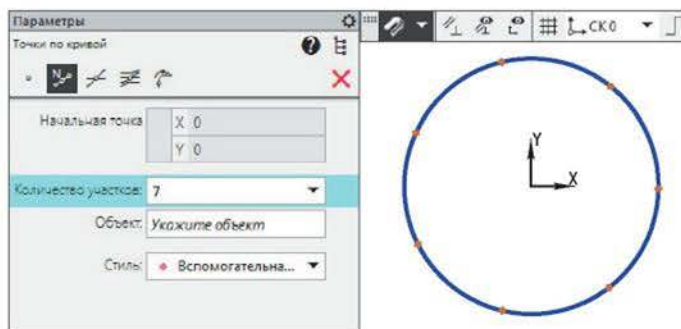


Рисунок 4.3 Результат операции деления окружности на 7 равных сегментов

### Создание 2D-объектов в AutoCAD

Аналогичную задачу в графическом редакторе AutoCAD можно решить с помощью команды *Divide* из дополнительной части инструментальной панели *Draw*. Она находится в списке под командой *Multiple Points*. После вызова команды нужно указать объект – окружность и задать количество сегментов – 7 (рисунок 4.4).

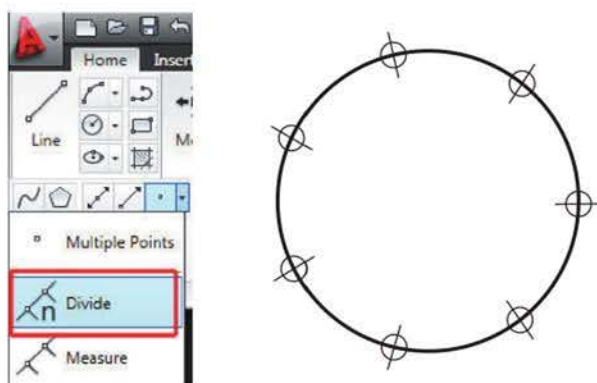


Рисунок 4.4 Деление окружности на равные сегменты в AutoCAD

1. Построение касательных к окружностям заданных диаметров.

К двум окружностям диаметром 30 мм необходимо построить касательные отрезки.

*Порядок работы:*

1) Создать новый документ *Фрагмент*.

2) В панели инструментов *Геометрия* выбрать команду *Отрезок* стилем линии *Осевая*. Координаты начальной точки отрезка (0; 0), конечной (100; 0).

3) Построить две окружности диаметром 30 мм с центрами на концах отрезка (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 Окружности диаметром 30 мм с центрами на концах отрезка

4) Удерживая ЛК мыши команду *Отрезок*, в *Панели расширенных команд* выбрать *Отрезок, касательный к двум кривым* (рисунок 4.6). На запрос системы: «Укажите первую кривую для построения касательного отрезка» – кликнуть ЛК на первой окружности. На запрос системы: «Укажите вторую кривую для построения касательного отрезка» – кликнуть ЛК на второй окруж-

ности. Система предложит для выбора все возможные варианты касательных (рисунок 4.7). Нужно выбрать требуемые. Для этого, удерживая клавишу *Ctrl*, кликнуть поочередно ЛК мыши по наружным касательным отрезкам. Результат выбора касательных изображен на рисунке 4.8.

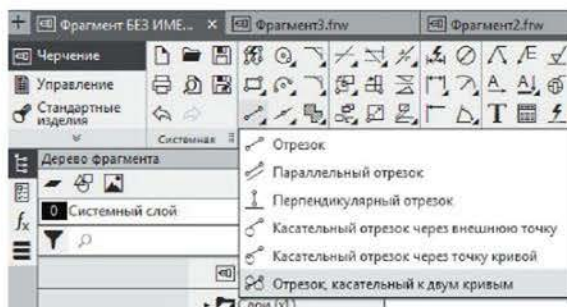


Рисунок 4.6 Выбор опции *Отрезок, касательный к двум кривым*

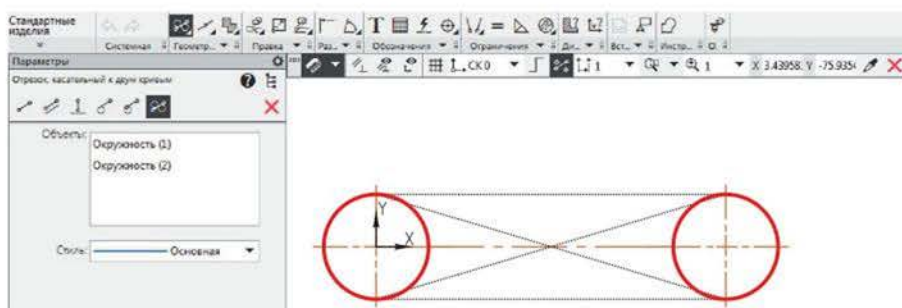


Рисунок 4.7 Возможные варианты касательных к окружностям



Рисунок 4.8 Результат выбора касательных к окружностям

2. Построение сопряжения двух окружностей дугами заданного радиуса.

К двум окружностям диаметром 50 мм и 25 мм требуется построить сопряжение дугами радиусом 55 мм и 20 мм (рисунок 4.9).



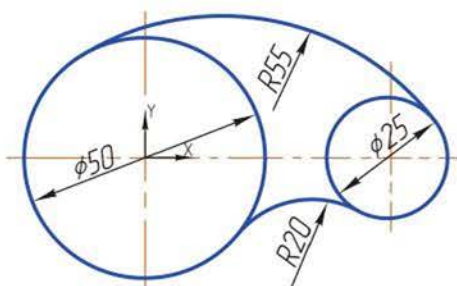


Рисунок 4.9 Сопряжения двух окружностей дугами заданного радиуса

*Порядок работы:*

- 1) Создать новый документ *Фрагмент*.
- 2) Построить окружность диаметром 50 мм с центром (0; 0); окружность диаметром 25 мм с центром (50; 0).
- 3) Удерживая ЛК мыши команду *Окружность*, в *Панели расширенных команд* выбрать *Окружность, касательная к двум кривым* (рисунок 4.10).

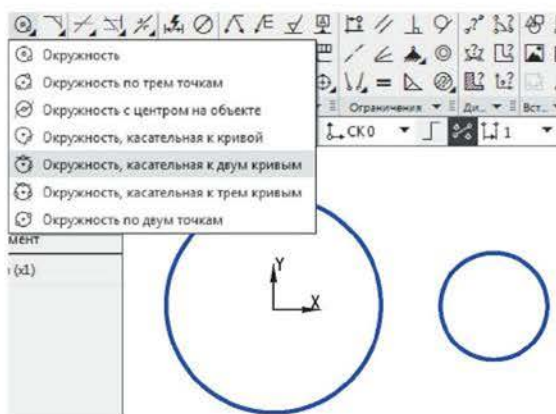


Рисунок 4.10 Выбор команды *Окружность, касательная к двум кривым*

4) В *Панели свойств* в ячейке *Радиус* ввести значение 55 (мм). На запрос системы: «Укажите первую кривую для построения касательной окружности» – кликнуть ЛК на первой окружности. На запрос системы: «Укажите вторую кривую для построения касательной окружности» – кликнуть ЛК мыши на второй окружности. Система предложит для выбора все возможные варианты касательных (рисунок 4.11 а), нужно выбрать требуемый. Результат выбора касательных изображен на рисунке 4.11 б.

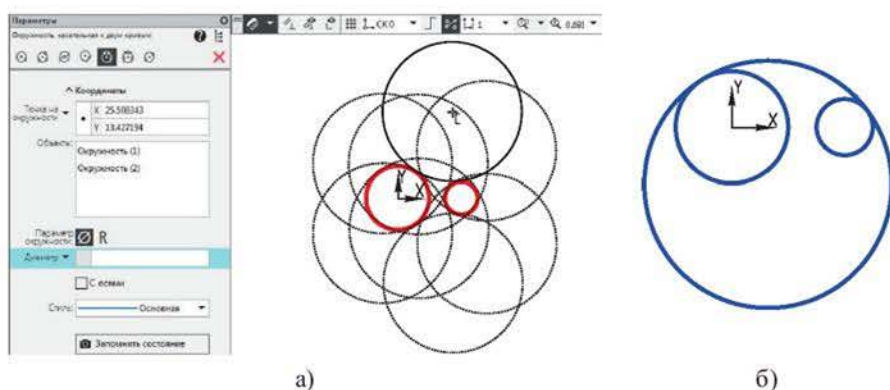


Рисунок 4.11 Выбор необходимого варианта из предложенных фантомов

5) Удерживая ЛК мыши команду *Окружность*, в *Панели расширенных команд* выбрать *Окружность, касательная к двум кривым*. В *Панели свойств* в ячейке *Радиус* ввести значение 20 (мм). На запрос системы: «Укажите первую кривую для построения касательной окружности» – кликнуть ЛК мыши на первой окружности. На запрос системы: «Укажите вторую кривую для построения касательной окружности» – кликнуть ЛК мыши на второй окружности. Система предложит для выбора все возможные варианты касательных (рисунок 4.12 а), нужно выбрать требуемый. Результат выбора касательных изображен на рисунке 4.12 б.

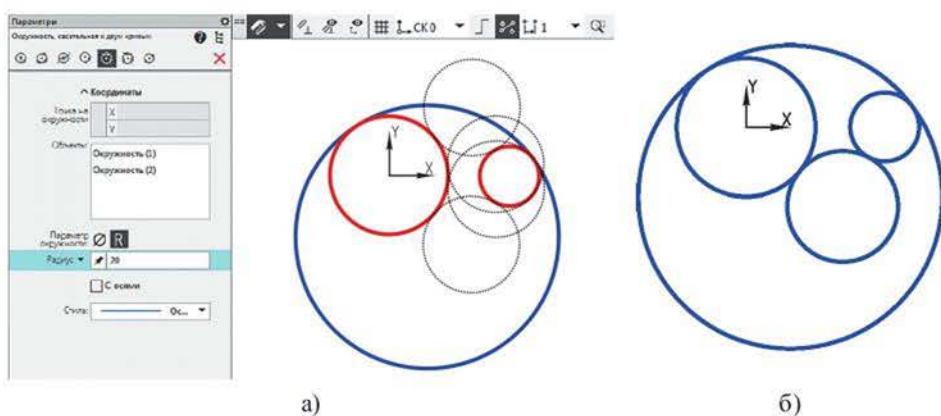



Рисунок 4.12 Выбор фантомов при опции *Окружность, касательная к двум кривым*

б) Для того чтобы закончить построение, требуется отсечь ненужные элементы касательных окружностей. Для этого нажать кнопку *Усечь кривую* , расположенную на панели инструментов в верхней части окна. Подводя мишень мыши на отсекаемые элементы чертежа, нажать ЛК мыши. Результат применения операции показан на рисунке 4.13.

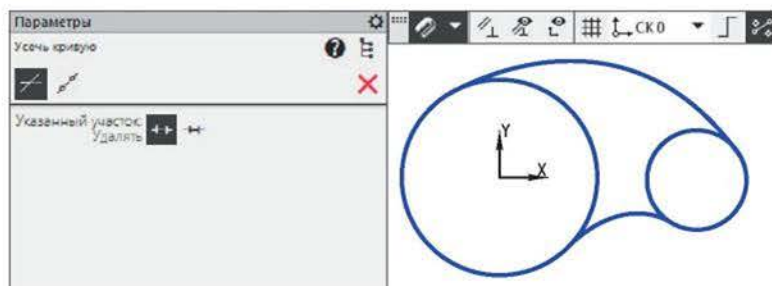


Рисунок 4.13 Результат применения операции *Усечь кривую*

### Поисково-исследовательская работа

Исследуйте библиотечную систему графического редактора КОМПАС-3D. Проанализируйте возможности конструкторской библиотеки при построении чертежей.

## 4.2. Шаблоны, клип-арты, библиотеки при разработке 2D-объектов

С шаблонами вы уже сталкивались, когда оформляли текстовые документы в Microsoft Word или готовили презентацию в Microsoft PowerPoint. В программах компьютерной графики также есть шаблоны. **Шаблон** – это готовый документ, в котором хранятся настройки стилей текста, размеров, таблиц, графических параметров и др., использование которого ускоряет и упрощает процесс разработки нового документа.

Например, в CorelDRAW имеется библиотека готовых шаблонов, с помощью которых можно оформить плакат или визитную карточку, изменяя стили текстовых и графических объектов.

При создании нового документа в Photoshop можно выбирать шаблоны из коллекции Adobe Stock: *Графика и иллюстрации, Фото, Печать* и другие, изменяя их параметры (рисунок 4.14).

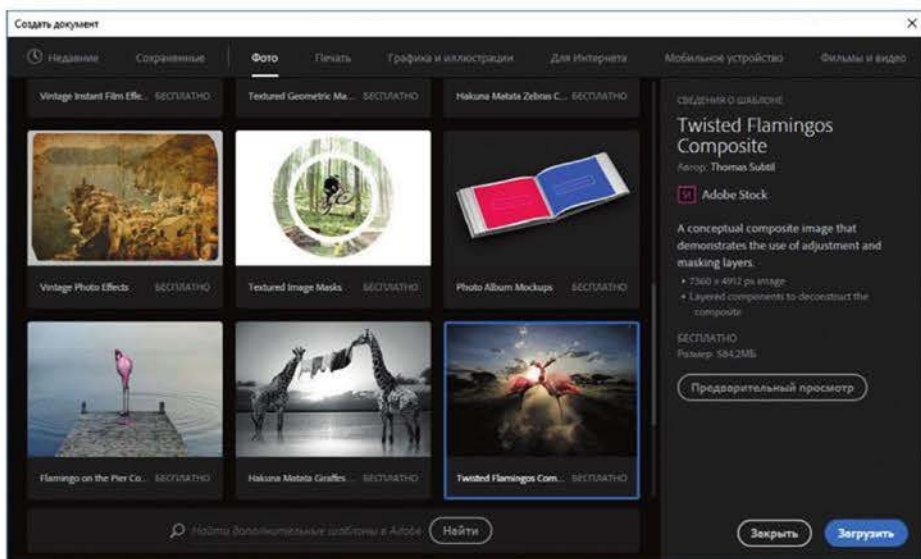


Рисунок 4.14 Окно выбора шаблона *Фото* в Adobe Stock

В AutoCAD предлагаются шаблоны рамок (рисунок 4.15) для выполнения чертежей в британских дюймах или метрических единицах – миллиметрах.

При работе в КОМПАС-3D можно воспользоваться более 50 текстовыми и графическими шаблонами таблиц, спецификаций, текстовых документов, рамок строительных и конструкторских чертежей, оформленных в соответствии с ГОСТами.

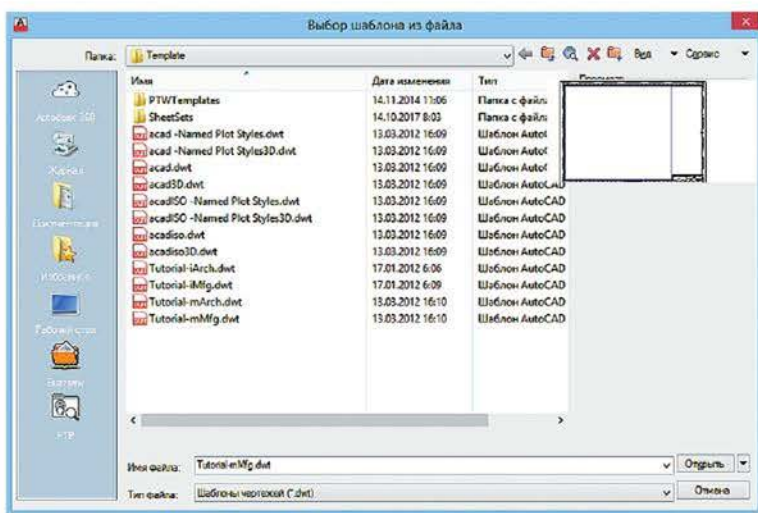


Рисунок 4.15 Окно выбора шаблонов AutoCAD

Во всех программах компьютерной графики пользователь может не только применять шаблоны, предлагаемые системой, а также создавать собственные (рисунок 4.16), сохранять их и использовать в дальнейшей работе.



Рисунок 4.16 Сохранение чертежа как шаблона в AutoCAD

**Клип-арт** (от англ. clip art) – это набор графических элементов для составления целостного графического дизайна.

Клип-артом (рисунок 4.17) могут быть как отдельные объекты, так и изображения (фотографии) целиком. Клип-арт может быть представлен в векторном и растровом формате. С помощью клип-артов можно создавать обои для рабочего стола, заполнять сайты. Их также используют при оформлении рекламных афиш. Коллекция клип-артов – это необходимый инструмент в работе мастеров веб-дизайна.



Рисунок 4.17 Примеры клип-артов

Библиотеки значительно облегчают и ускоряют работу проектировщика при разработке 2D-объектов. Например, в КОМПАС-3D имеется *Конструкторская библиотека*, включающая весь набор типовых конструкторских элементов. На рисунке 4.18 показан выбор элемента Болт ГОСТ 15589-70: перед его установкой на чертеже пользователь задает диаметр, длину болта и вид его изображения.

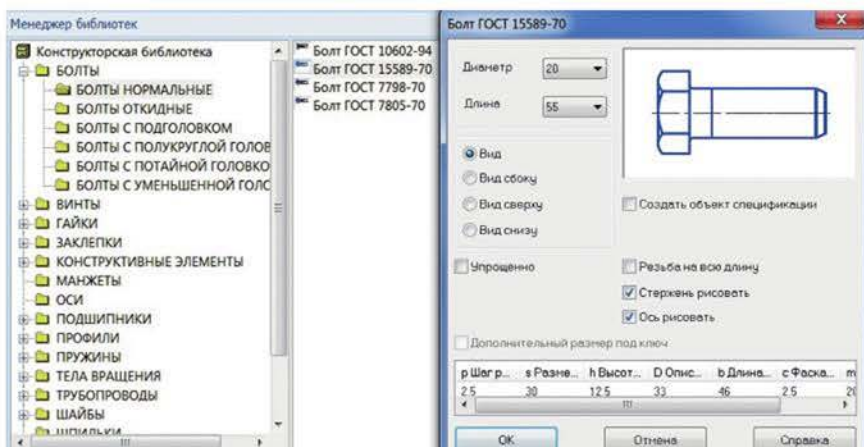


Рисунок 4.18 Выбор болта из библиотеки КОМПАС-3D

### Поисково-исследовательская работа

Исследуйте возможности выполнения шаблонов в различных программах. Создайте собственный шаблон, используя часто применяемые элементы. Поделитесь полученными знаниями с одноклассниками.

### 4.3 Геометрические построения с использованием примитивов


#### **Вспомните:**

- что такое библиотека, шаблоны, инструменты и опции в графических программах;
- как обозначается штриховка для различных материалов.

Знание возможностей растровых и векторных графических программ: инструментальные панели, библиотеки, шаблоны, режимы, опции и др., их грамотное применение поможет ускорить и оптимизировать процесс создания 2D-объектов. К примеру, с помощью режима *Ортогональное черчение* можно без труда выполнить ровные вертикальные и горизонтальные линии, а с помощью привязок – легко связывать характерные точки двух линий.

Сопряжения помогут избежать сложных вычислений и дополнительных построений. Однако при выборе программы для выполнения чертежей следует помнить о важности соблюдения требований государственных стандартов при геометрических построениях, нанесении размеров, выполнении текста и др.

После окончания всех необходимых построений зачастую нужно выполнить печать чертежей. Рассмотрим эту процедуру на примере программы КОМПАС-3D.

Для вывода изображения на печать нажмем на кнопку *Печать* , расположенную на *Стандартной панели*. В раскрывшемся окне можно выбрать принтер (плоттер), ориентацию страницы, количество копий, масштаб и т. д. (рисунок 4.19). После настройки нужно нажать кнопку *Печать*. При необходимости можно воспользоваться режимом *Предварительный просмотр*.

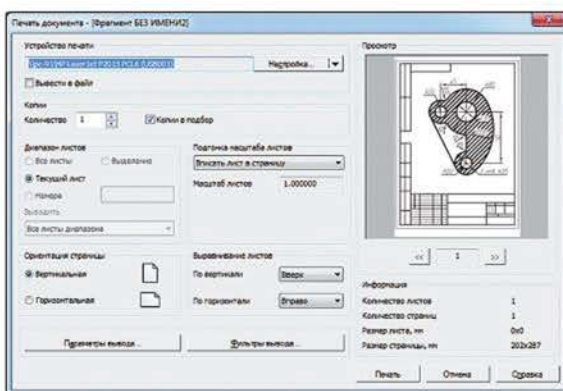



Рисунок 4.19 Окно *Печать документа*

Учитывая, что чертеж может выполняться в нескольких видах, слоях и состоять из нескольких элементов, требуется назначать *Фильтры вывода* на печать, которые вызываются нажатием одноименной кнопки или  на панели инструментов (рисунок 4.20).

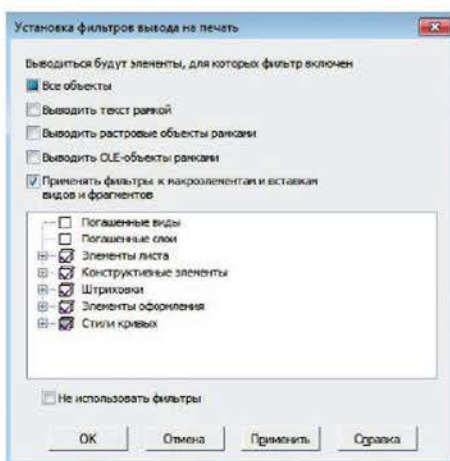


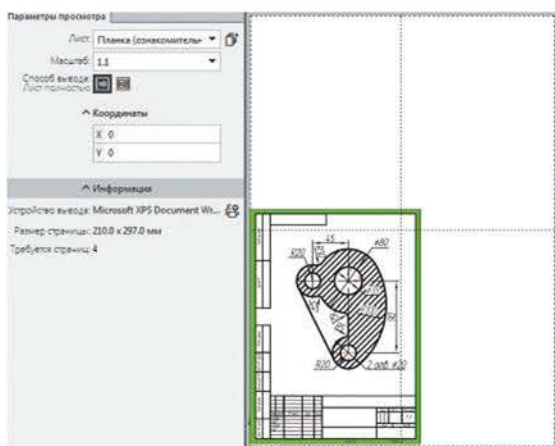
Рисунок 4.20 Окно установки фильтров вывода на печать

Чтобы распечатать чертежи больших объектов, сооружений, механизмов, которые выполнены на форматах больше, чем А4, используются плоттеры (рисунок 4.21). Существуют различные виды плоттеров, которые отличаются принципом работы, техническими характеристиками, назначением и другими параметрами. Плоттеры могут печатать на разных материалах, синтетических носителях, пленке и т. д. Некоторые модели оснащены функцией резки, что используется при печати на термоклящейся пленке, этикетках, логотипах и др.



Рисунок 4.21 Одна из моделей широкоформатного плоттера

Настройка печати на плоттере может зависеть от его модели и отличается от настройки принтера. Можно не только выбрать ориентацию чертежа, но и установить несколько чертежей небольшого формата, чтобы распечатать их на больших форматных листах бумаги. На рисунке 4.22 показан режим *Предварительный просмотр* печати. Поле листа разделено на две части по горизонтали и на две по вертикали. На нем можно расположить и подогнать по размеру четыре чертежа формата А3.



4.22 Режим *Предварительный просмотр* печати



**Работа на ПК**

Выполнить изображение детали «Фланец» в КОМПАС-3D с применением элементов сопряжения (рисунок 4.23). Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Заполнить основную надпись.

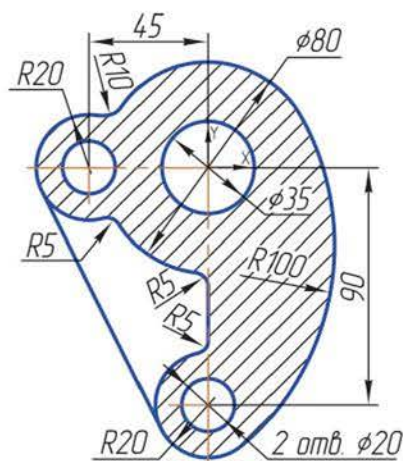


Рисунок 4.23 Деталь «Фланец»

**Порядок работы:**

- 1) Создать документ *Чертеж* (формат А4, масштаб 1:1).
- 2) Создать локальную систему координат (ЛСК) (рисунок 4.24 а) и установить ее в верхней части чертежа (рисунок 4.24 б).

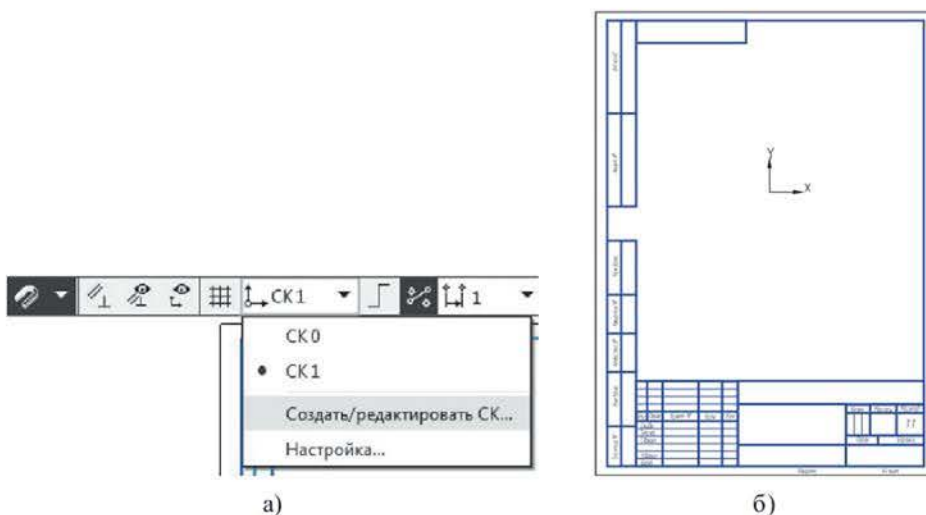


Рисунок 4.24 Создание локальной системы координат

- 3) Построить шесть окружностей, включив опцию *С осями*:
- диаметром 35 мм и 80 мм с центром в начале координат;
  - диаметром 20 мм и радиусом 20 мм с центром  $(-45; 0)$ ;
  - диаметром 20 мм и радиусом 20 мм с центром  $(0; -90)$ .
- 4) Построить отрезок с координатами первой и второй точек соответственно  $(0; -40)$  и  $(0; -70)$ , стиль линии *Основная*. Результат построений показан на рисунке 4.25 а.
- 5) Построить отрезок, касательный к двум кривым – окружностям радиусом 20 мм (рисунок 4.25 б).

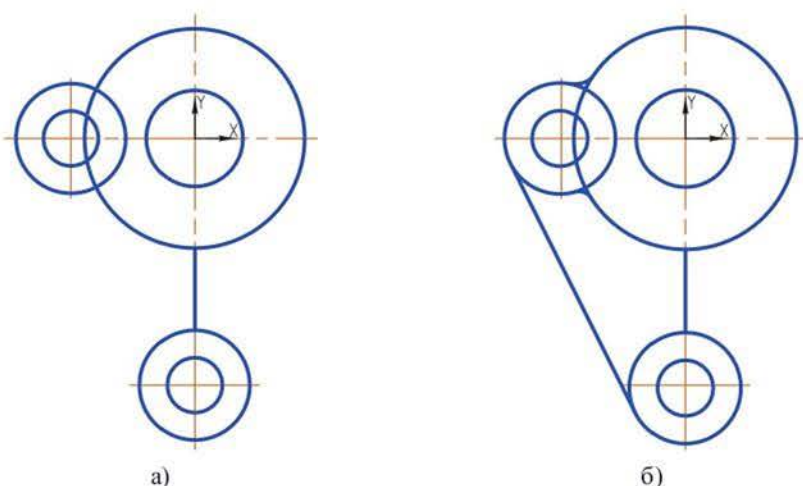



Рисунок 4.25 Построение отрезка, касательного к двум кривым

- 6) Построить сопряжения радиусом 5 мм и 10 мм (рисунок 4.26). Для этого нажать кнопку *Скругление*  в панели инструментов в верхней части окна программы. В *Панели свойств* задать численное значение радиуса скругления и последовательно указать ЛК мыши кривые, между которыми выполняется сопряжение.

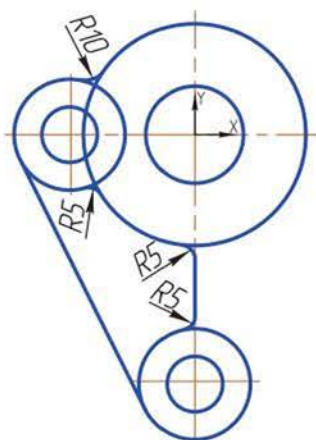


Рисунок 4.26 Построение сопряжений

7) Построить окружность, касательную к двум кривым – окружности диаметром 80 мм и нижней окружности радиусом 20 мм. В Панели свойств в ячейке *Радиус* ввести значение 100 мм. Из предложенных системой вариантов выбрать требуемый (рисунок 4.27).

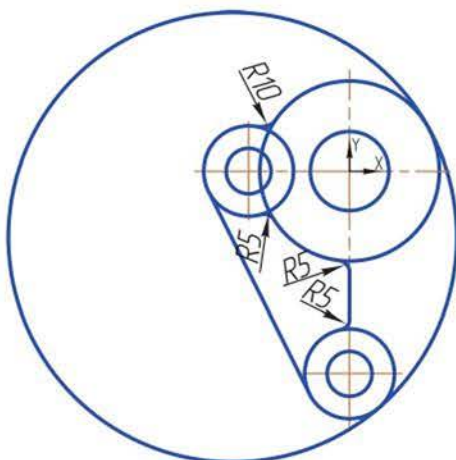



Рисунок 4.27 Построение окружности, касательной к двум кривым

8) Отсечь ненужные элементы с помощью команды *Усечь кривую* . Результат применения операции показан на рисунке 4.28 а.



9) Выполнить штриховку (рисунок 4.28 б).

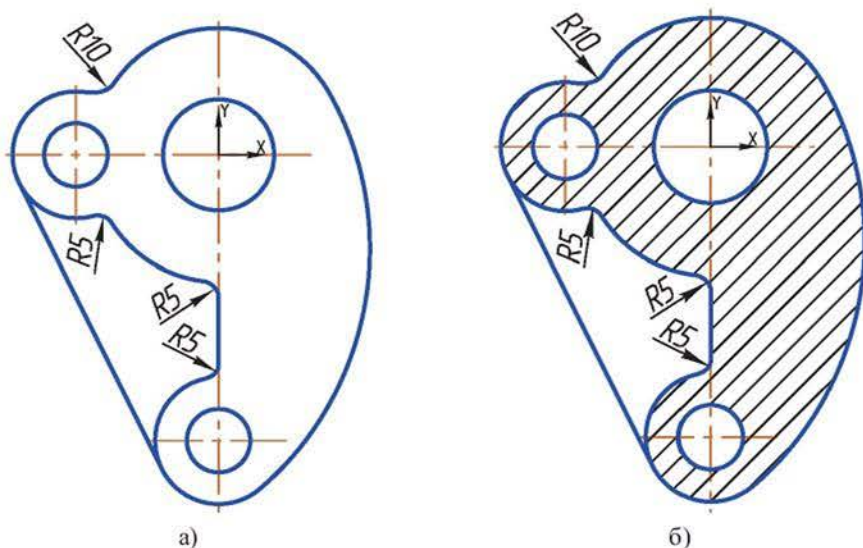


Рисунок 4.28 Выявление полного контура и штриховка

10) Проставить линейные, диаметральные и радиальные размеры (рисунок 4.23).

11) Заполнить основную надпись и сохранить чертеж.

12) При возможности распечатать чертеж на принтере в формате A4.

13) Сохранить документ в формате PDF.

По итогам изучения раздела вы узнали, что существует множество редакторов растровой и векторной графики по созданию 2D-объектов, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Какие из них применять – зависит от поставленной задачи и технических возможностей пользователя.

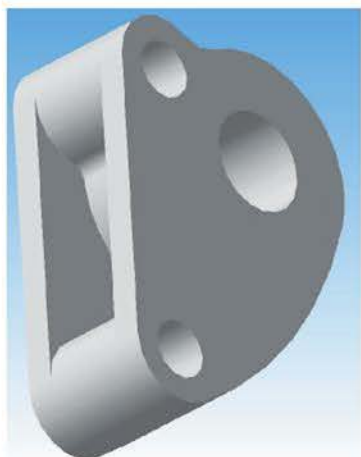


### Контрольные вопросы

1. Сформулируйте, что учитывается при установке ЛСК на рабочее поле формата.
2. Установите порядок действий при построении сопряжений в системе КОМПАС-3D.
3. Объясните, для чего нужна команда *Усечь кривую*.
4. Сравните выполнение штриховки металла и пластмассы в системе КОМПАС-3D. Какие параметры требуется ввести в *Панель свойств*?
5. Оцените возможности различных 2D-редакторов для создания клипартов.

**Самостоятельная работа № 4****Уровень А**

По имеющейся аксонометрии модели (рисунок 4.29) согласно варианту выполните фронтальный разрез и оформите чертеж. Размеры возьмите с рисунка 4.23.



Вариант 1



Вариант 2

Рисунок 4.29 Аксонометрия модели

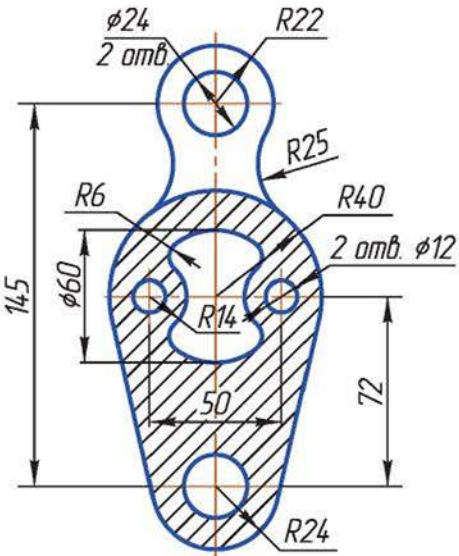
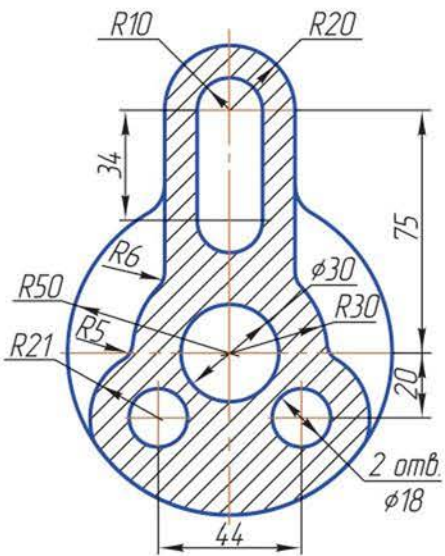
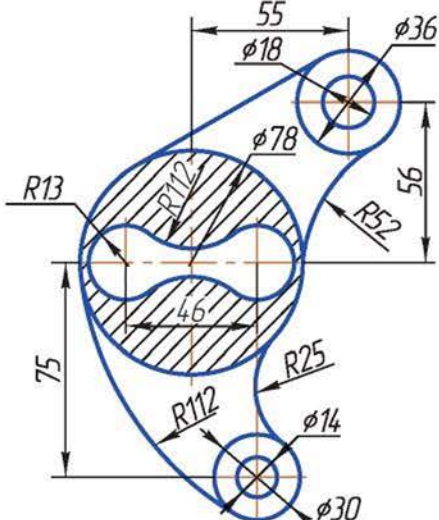
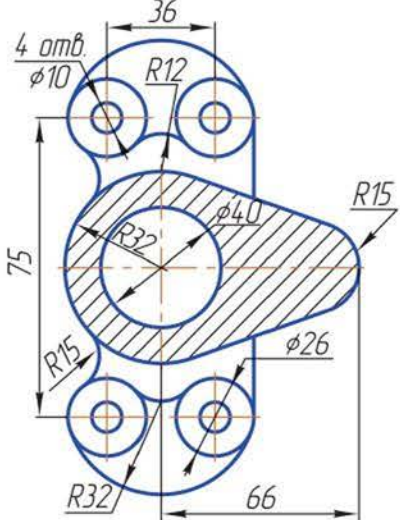
**Уровень В**

Дополните изображение видом слева. Недостающие размеры возьмите произвольно, соблюдая пропорции.

**Уровень С**

Согласно варианту (таблица 4.1) выполните на формате А4 чертеж детали и оформите его в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Таблица 4.1

<p><i>Вариант 1</i>                      Деталь – Коромысло                      Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p> 	<p><i>Вариант 2</i>                      Деталь – Планка                      Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p> 
<p><i>Вариант 3</i>                      Деталь – Коромысло                      Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p> 	<p><i>Вариант 4</i>                      Деталь – Коромысло                      Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p> 

## РАЗДЕЛ 2 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

### Глава 5 Способы построения основных видов графических изображений

#### **Вы научитесь:**

- применять основные приемы твердотельного и поверхностного моделирования средствами компьютерной графики;
- разбивать процесс создания 3D-модели на этапы;
- использовать соответствующие инструменты и возможности растровых, векторных программ для создания 3D-моделей;
- применять операции твердотельного моделирования.

#### **Ключевые слова**

Поверхностное моделирование	Беттік модельдеу	Surface modeling
Твердотельное моделирование	Қатты денелі модельдеу	Solid modeling
Вращение	Айналдыру	Rotation
Фаска	Қиықжиек	Chamfer
NURBS-кривые	NURBS қисық сызықтары	NURBS-curves
Сборочная единица	Құрастыру бірлігі	Assembly unit



#### **Вспомните:**

- что называют поверхностью геометрического тела;
- какие виды объемных тел вы знаете;
- что такое моделирование и макетирование;
- какие способы формообразования вам известны.



### 5.1 Основные приемы твердотельного и поверхностного моделирования

Современным подходом к проектированию и дизайну является переход от плоскостных графических изображений к пространственным. Преимуществами трехмерного изображения объектов являются: наглядность, легкость внесения изменений, возможность получения видов по 3D-модели, минимизация ошибок при сборке, повышение производительности труда проектировщика и др.

К основным видам 3D-моделирования относятся: полигональное, NURBS, сплайновое, твердотельное, поверхностное, параметрическое, 3D-скульптинг и др. Дизайнер, конструктор, архитектор в каждом конкретном случае решает,

какой вид моделирования будет применен в зависимости от поставленных задач. Например, если нужно спроектировать и реалистично изобразить кузов автомобиля, применяют полигональное, сплайновое, поверхностное моделирование (рисунок 5.1), а при создании персонажей компьютерной игры – 3D-скульптинг (рисунок 5.2).



Рисунок 5.1 Полигональное моделирование

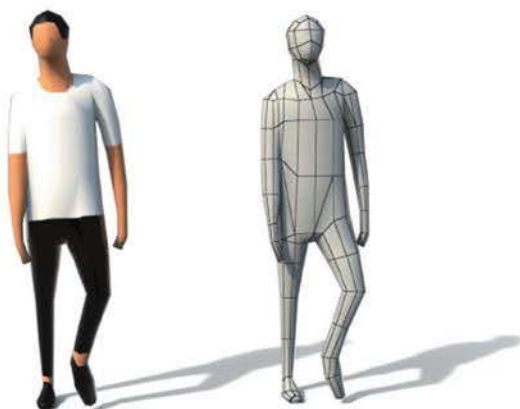


Рисунок 5.2 3D-скульптинг

В промышленных САПР/CAD-программах преимущественно применяют твердотельное и поверхностное моделирование (рисунок 5.3).

Твердотельная модель представляет собой тело, имеющее ненулевую массу. Построить такую модель (рисунок 5.4) можно с помощью формообразующих (*Выдавливания, Вращения, Кинематическая, По сечениям*) и дополнительных операций (*Вырезать выдавливанием, Скругление, Ребро жесткости, Булевы операции* и др.).



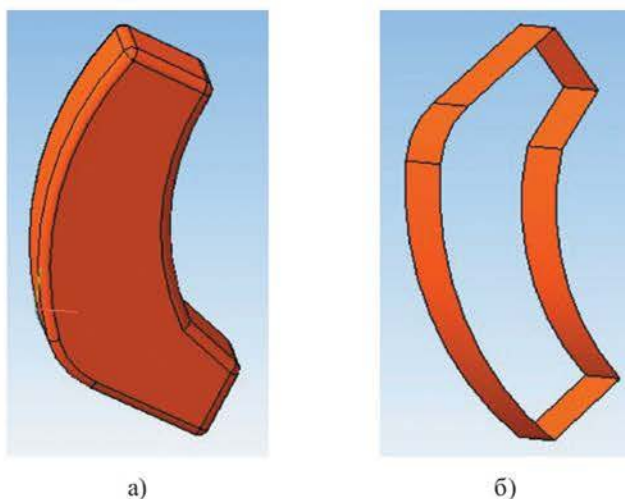


Рисунок 5.3 а) Твердотельная 3D-модель; б) поверхностная 3D-модель

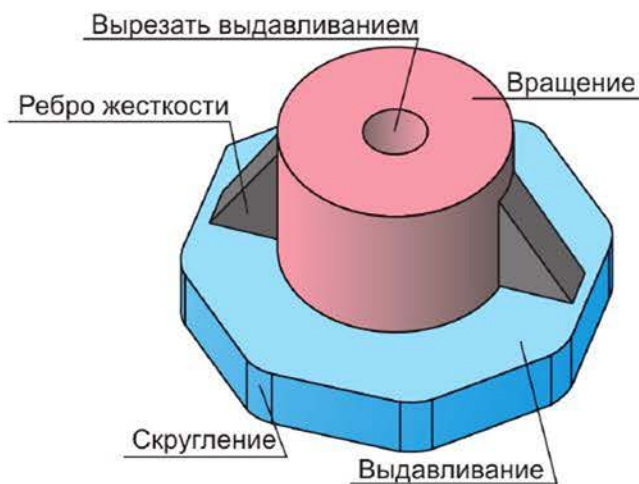


Рисунок 5.4 Твердотельная 3D-модель

*Булевы операции* (логические операции) пришли в 3D-графику из математики, точнее из булевой алгебры (названной в честь ее создателя – английского математика Джорджа Буля), и основаны на понятиях объединения, пересечения и исключения. На рисунке 5.5 приведены примеры: булево объединение (слияние двух тел в одно), булева разность (вычитание одного тела из другого), булево пересечение (общая часть обоих тел).

Тело, полученное в результате твердотельного моделирования, обладает свойствами *Материал*, *Плотность*, *Масса*. Поэтому оно наиболее полно представляет реальное изделие.

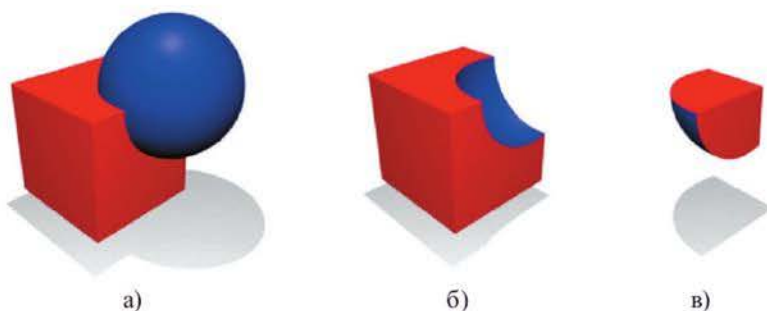


Рисунок 5.5 Примеры булевых операций:  
булево объединение (а), булева разница (б), булево пересечение (в)

Поверхностное моделирование используется для создания сложных геометрических форм, изображения поверхностей машин, самолетов, автомобилей, морских судов, бытовой техники и др. (рисунок 5.6).

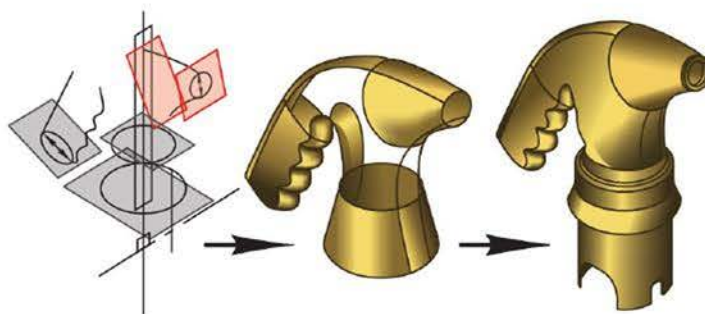


Рисунок 5.6 Поверхностное моделирование в программе SolidWorks

Поверхностная модель имеет нулевую массу и может быть получена с помощью формообразующих операций *Поверхность выдавливания*, *Поверхность вращения*, *Поверхность по сети кривых*, *Поверхность по сети точек*, *Кинематическая*, *По сечениям*. С помощью дополнительных операций (*Заплата*, *Поверхность соединения*, *Сшивка поверхностей* и др.) поверхности соединяют и выполняют оболочку моделируемого изделия, придавая ему требуемый объем.

**Поисково-исследовательская работа**

Изучив изображения моделей, представленных в таблице, определите, для каких из них требуется поверхностное моделирование, а для каких – твердотельное. Заполните третий столбец таблицы. Обсудите результаты с классом.



Модели	Назначение	Требуемый вид моделирования
	Мультимпликация	
	Реклама	
	Библиотека стандартных изделий	
	Машиностроение	
	Топография	

**Контрольные вопросы**

1. Сравните полигональное, поверхностное и твердотельное моделирование. Приведите примеры.
2. Объясните, в каких программах разрабатываются 3D-модели промышленного назначения и почему.
3. Какие операции можно выполнить над различными телами и поверхностями?





### Это интересно!

Настоящий цифровой прорыв в нашей стране начался с принятием программы «Цифровой Казахстан». Сегодня цифровизация охватывает все отрасли: здравоохранение, образование, строительство, перерабатывающую и горнодобывающую промышленность, машиностроение и сельское хозяйство. Стремительно развиваются BIM и CALS-технологии, основой которых являются 3D-модели продукта (здания, сооружения, машины, узлы, агрегаты и др.), включенные в единое информационное цифровое пространство. Это открывает доступ к огромным массивам данных о продукции инвесторам, заказчикам, проектировщикам, изготовителям, потребителям продукта и позволяет быстро вносить изменения в проектную документацию, снижает риск ошибок, уменьшает стоимость продукта.

Объекты, построенные при помощи BIM-технологии, можно интегрировать в систему «умных городов». Такой опыт уже есть в городах Нур-Султане и Алматы. BIM позволяет генерировать информацию о потреблении ресурсов в цифровом пространстве карты города: сколько расходуется энергии, тепла и воды.

Национальная атомная компания «Казатомпром» (уранодобывающая компания), внедряя информационную систему «Цифровой рудник», разрабатывает проекты по BigData, интернету вещей (сети, связывающей объекты, которые обмениваются данными между собой), 3D-моделированию и облачным технологиям.



Комплексы с программным управлением, работающие по 3D-моделям

На Карагандинском литейно-машиностроительном заводе ТОО «Maker» используют современные комплексы с программным управлением, работающие по предварительно разработанным 3D-моделям, благодаря чему значительно сокращается время изготовления деталей и повышается производительность труда.

## 5.2 Основные этапы создания 3D-модели

### Вспомните:

- какими размерами определяются конус, цилиндр, сфера;
- какая форма образующих и направляющих у конуса и цилиндра;
- с помощью каких инструментов выполняют геометрию и редактирование 2D-объектов;
- какие виды трехмерного моделирования вам известны.

### Этапы создания 3D-модели на примере 3ds Max.

Представим процесс создания трехмерной модели в общем виде. При работе в программе 3ds Max создаются блоки, состоящие из определенного набора трехмерных (описываемых тремя координатами) геометрических объектов. Упрощенно эти координаты можно назвать длиной, шириной и высотой. Любой блок формируется по стандартному алгоритму, в котором можно выделить четыре основных этапа (рисунок 5.7).

### Этап 1. Моделирование (создание геометрии)

К простым методам моделирования при создании геометрии относятся деформация и соединение объектов, а к сложным – сплайновое и полигональное моделирование, а также симуляции (рисунок 5.8).

В простом методе выбирается примитив (например, куб или шар) и деформируется с помощью специальных модификаторов (например, в объекте вырезается отверстие определенной формы). Применяя сложные методы моделирования, нам придется самим создавать форму или придавать объем будущему объекту.



Рисунок 5.7  
Схема этапов создания 3D-модели

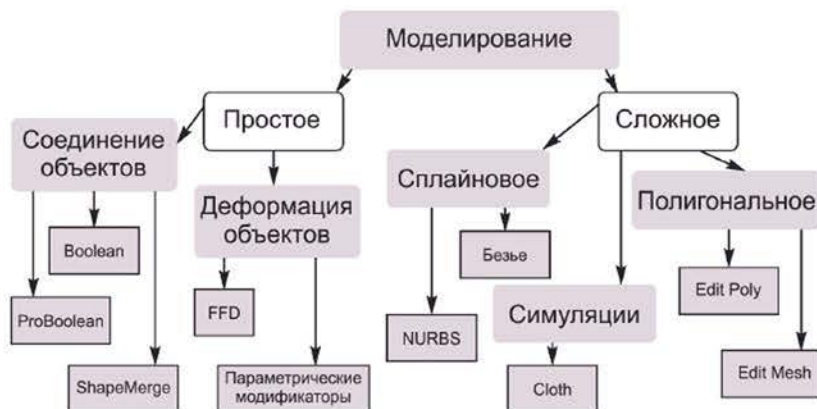


Рисунок 5.8 Схема методов моделирования

### Этап 2. Назначение материалов

Реальность получаемой модели в значительной степени зависит от используемых материалов и примененных в них текстурных элементов – изображений, имитирующих фактуру дерева, камня, водной поверхности и т. п. Параметры редактора материалов имеют широкие возможности по настройке визуального изображения объекта для придания ему фотореалистичности.

### Этап 3. Установка камер и источников света

Настройка физической камеры и установка источников света – суть третьего этапа. Яркость и тон основного и вспомогательного освещения, глубина и резкость теней, выбор и настройка HDR-карты и многие другие параметры задаются для настройки визуализации. Съёмочные камеры управляют экспозицией, перспективой, углом зрения и поворота. Кроме того, высота точки расположения наблюдателя регулирует так называемый «эффект присутствия» – вид с высоты «птичьего полета» или человеческого роста.

### Этап 4. Визуализация

Финальный этап, заключающийся в настройке качества получаемой модели, размера и типа генерируемых кадров, а также в добавлении специальных эффектов (сияние, отражение и блики в линзах камер, огонь, размытие резкости, туман, объемный свет и т. д.). Процесс получения каждого кадра напрямую зависит от сложности объекта, используемых материалов, технических характеристик компьютера, на котором выполняется моделирование. Для любого проекта есть настройки «черновой» визуализации (быстрой, но недостаточно качественной). Также существует «чистовая» визуализация, когда качество картинка будет наилучшим, но эта процедура занимает много времени.

Чтобы итоговая картинка получилась реалистичной, надо проработать все этапы 3D-моделирования: создать детализированную модель, назначить для нее реалистичный материал, поставить свет и подобрать ракурс, задать правильные настройки.

Особенность 3D-программы заключается в том, что каждый этап делится на несколько подэтапов. К примеру, первый этап – создание геометрии – состоит из следующих действий:

- представление геометрических свойств модели (фигуры), то есть определить, в каком виде ее нужно представить: в твердотельном, поверхностном или полигональном. Требуется определить, из каких фигур состоит модель, из каких образующих и направляющих складывается каждая простая фигура;
- выбрать начальный объект или пространство работы (начало координат, плоскость проекции, координатные оси и т. д.). К примеру, начальное пространство для выполнения 3D-модели в 3ds Max показано на рисунке 5.9, где выбран режим *Координатная сетка*.

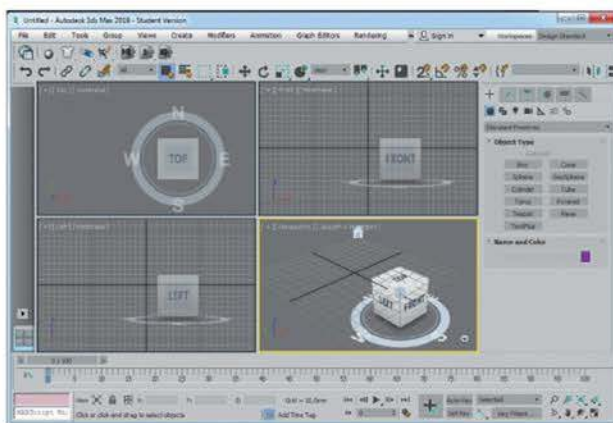


Рисунок 5.9 Координатная сетка в 3ds Max

В программе КОМПАС-3D моделирование трехмерных объектов начинается с выбора плоскости проектирования или оси координат. Последовательность при этом следующая:

- создание эскиза с учетом особенности геометрии объекта;
- создание 3D-модели с применением операций *Выдавливания*, *Вращения*, *Кинематическая* и т. д.;
- дальнейшее моделирование объекта, при котором несколько раз могут повторяться операции создания объекта и операции редактирования (масштабирование, придание толщины, вырезание, вращение и др.).

*Твердотельное моделирование 3D-объектов в КОМПАС-3D.*

Для создания 3D-модели следует выбрать документ *Деталь*. В открывшемся окне (рисунок 5.10) расположены *Главное меню*, *Компактная панель инструментов*, *Дерево модели* и другие элементы управления.

*Компактная панель инструментов* (рисунок 5.11) содержит кнопки переключения для вызова *Инструментальных панелей: Редактирование детали, Пространственные кривые, Поверхности* и др.

В *Дереве модели* обозначены плоскости для построения эскизов (XY, ZX, ZY), оси (X, Y, Z), эскизы и операции, выполняемые при построении 3D-модели.

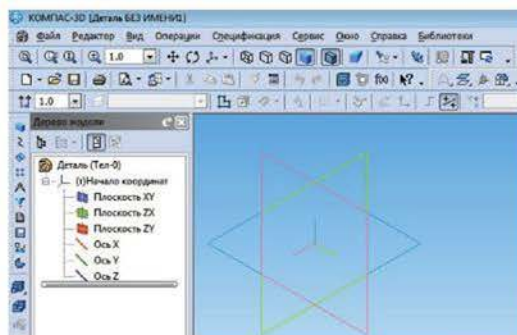
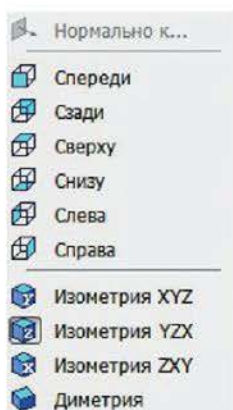
Рисунок 5.10 Окно документа *Деталь* в КОМПАС-3D



Рисунок 5.11 Компактная панель инструментов



Рисунок 5.12 Панель Вид

Рисунок 5.13  
Список выбора  
ориентации модели

На панели *Вид* (рисунок 5.12) расположены кнопки, управляющие видом отображения модели. Например, при нажатии на кнопку *Показать все* – на экране дисплея отображается весь документ. С помощью кнопок и можно соответственно сдвинуть и повернуть изображение. При нажатии кнопки *Ориентация* откроется список выбора ориентации строящейся модели (рисунок 5.13).

Панель *Текущее состояние* (рисунок 5.14) служит для отображения параметров текущего состояния активного документа. Эта панель инструментов аналогична 2D-документу. Одной из основных кнопок является кнопка *Эскиз* , которая используется при построении плоскостного эскиза для последующей 3D-операции.





Рисунок 5.14 Панель Текущее состояние

Для построения твердотельных моделей в КОМПАС-3D используются операции, которые находятся в панели инструментов *Редактирование детали* :

- 1) *Выдавливания* – используется для выдавливания эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости;
- 2) *Вращения* – осуществляет вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости;



3) *Кинематическая*  – используется для перемещения эскиза вдоль указанной направляющей;


4) *По сечениям*  – осуществляет построение тела по нескольким эскизам-сечениям.

### Поисково-исследовательская работа

1. Изучите самостоятельно назначение кнопок *Компактной панели инструментов*, панелей *Вид* и *Текущее состояние*. При необходимости воспользуйтесь справочной системой КОМПАС-3D, которая вызывается нажатием кнопки F1 на клавиатуре.
2. Исследовав операции панели инструментов *Редактирование детали*, заполните столбец таблицы 5.1 *Назначение операции*.

Таблица 5.1

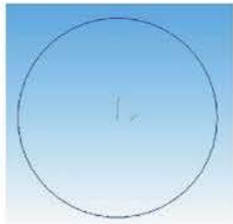
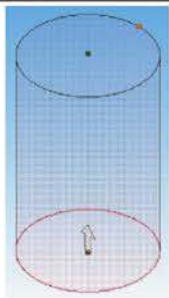
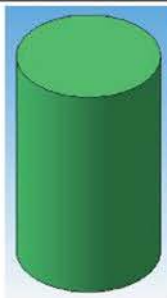
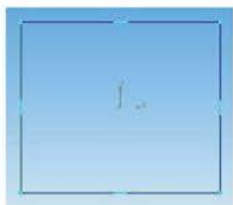
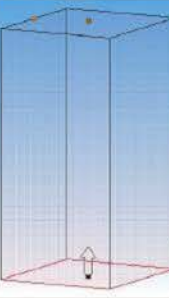




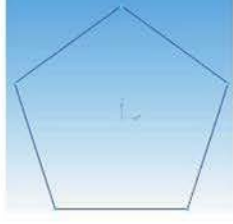
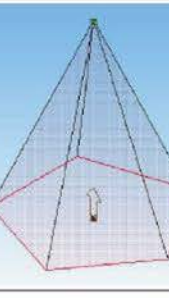

Операции панели инструментов *Редактирование детали*

Операция (условное обозначение и название)	Назначение операции
 Кинематическая	
 Деталь-заготовка	
 Придать толщину	
 Кинематически	
 Скругление	
 Отверстие	
 Ребро жесткости	
 Уклон	
 Оболочка	
 По эскизу	
 Булева операция	
 Масштабирование	
 Изменить положение	
 Вычесть компоненты	
 Создать новый чертеж из модели	

Примеры 3D-формообразования геометрических тел операциями *Выдавливания* и *Вращения* показаны соответственно в таблицах 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2

Формообразование геометрических тел операцией *Выдавливания*


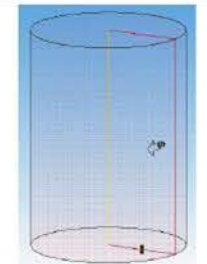
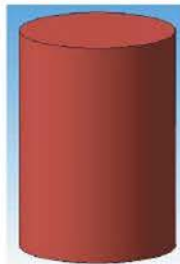

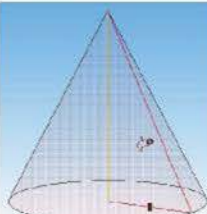


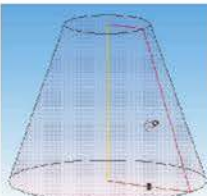


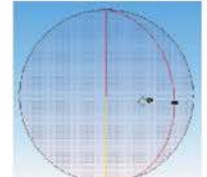
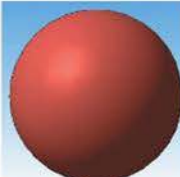

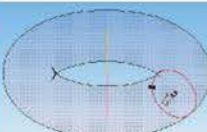

Геометрическое тело	Эскиз	Операция <i>Выдавливания</i>	3D-модель
<i>Цилиндр</i>			
<i>Параллелепипед</i>			
<i>Конус</i>			
<i>Пирамида</i>			

**Поисково-исследовательская работа**

Изучите формообразование геометрических тел операцией *Выдавливания* (таблица 5.2). Как должен выглядеть эскиз для получения усеченного конуса?

Таблица 5.3

Формообразование геометрических тел операцией *Вращения*

Геометрическое тело	Эскиз	Операция Вращения	3D-модель
<i>Цилиндр</i>			
<i>Конус</i>			
<i>Усеченный конус</i>			
<i>Шар</i>			
<i>Тор открытый</i>			



### Поисково-исследовательская работа

Изучите формообразование геометрических тел операций *Вращения* (таблица 5.3). Как должен выглядеть эскиз для получения полушара и тора замкнутого?








### **Работа на ПК**

*Построение 3D-модели простых геометрических тел*

1. Построить в КОМПАС-3D модель цилиндра высотой 30 мм с диаметром основания 20 мм операцией *Выдавливания*.

*Порядок работы:*

- 1) Создать документ *Деталь*.
- 2) В *Дереве модели* выбрать плоскость XY.
- 3) Включить режим *Эскиз*  на панели *Текущего состояния*.
- 4) В панели инструментов *Геометрия*  выбрать *Окружность* .
- 5) Установить точку центра окружности в начало координат (0; 0). В *Панели свойств* в поле *Диаметр* ввести 20  и нажать кнопку *Создать объект* .

6) Закончить построение эскиза повторным нажатием кнопки *Эскиз*.

7) На панели *Редактирование детали*  выбрать *Операция выдавливания*  (либо выполнить последовательность: *Меню Операции* → *Операция* → *Выдавливания*).

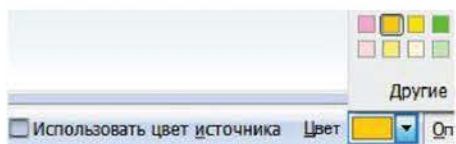



Рисунок 5.15 Задание пользовательского цвета модели

8) В *Панели свойств* во вкладке *Параметры* установить: *Прямое направление*, расстояние 30 (высота цилиндра); во вкладке *Свойства* убрать галочку *Использовать цвет источника* и задать цвет модели (рисунок 5.15).

9) Нажать кнопку *Создать объект* .

10) Если построения были выполнены верно, то на экране появится модель цилиндра (рисунок 5.16).

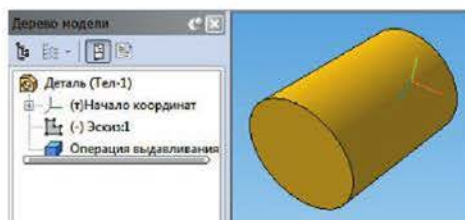


Рисунок 5.16 Модель цилиндра, полученная операцией *Выдавливания*

Обратите внимание на *Дерево модели*. В нем отображены *Эскиз* и *Операция*, которые были выполнены. Если нужно изменить параметры модели: размеры, цвет и др., то достаточно отредактировать *Эскиз* и *Операцию*, вызвав контекстное меню ПК мыши и выбрать в нем команду *Редактировать*.




2. Построить в КОМПАС-3D модель конуса высотой 45 мм с диаметром основания 50 мм операцией *Вращения*.

*Порядок работы:*


1) Создать документ *Деталь*.

2) В *Дерево модели* выбрать плоскость *XУ*.

3) Включить режим *Эскиз*  на панели *Текущего состояния*.

4) В панели инструментов *Геометрия*  выбрать *Отрезок* , стиль *Осевая*. Установить первую точку отрезка в начало координат (0; 0), в *Панели свойств* в поле *Длина* ввести 45 и нажать кнопку *Создать объект* .

5) Поменять стиль на *Основная*, первую точку отрезка установить в начало координат (0; 0), в *Панели свойств* в поле *Длина* ввести 25.

6) Соединить вторую точку осевой линии и вторую точку первого отрезка и нажать кнопку *Создать объект*  (рисунок 5.17).

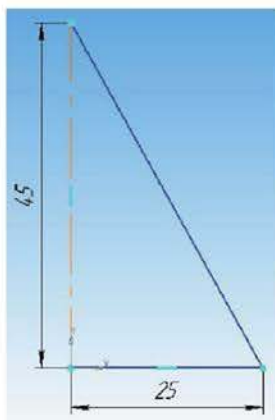







Рисунок 5.17 Эскиз для построения конуса

7) Закончить построение эскиза повторным нажатием кнопки *Эскиз* .

8) На панели *Редактирование детали*  выбрать *Операция Вращения*  (либо выполнить последовательность: *Меню Операции* → *Операция* → *Вращения*).

9) В *Панели свойств* во вкладке *Параметры* установить: *Прямое направление*, тип *Сфероид* ; во вкладке *Тонкая стенка* выбрать  *Нет*; во вкладке

Свойства убрать галочку *Использовать цвет источника* и задать цвет модели. Нажать кнопку *Создать объект* .

10) Если построения были выполнены верно, то на экране появится модель конуса (рисунок 5.18).

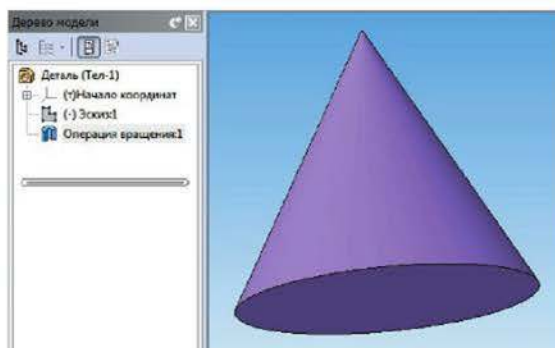



Рисунок 5.18 Модель конуса, полученная операцией *Вращения*

Обратите внимание на то, что обязательным условием для операции *Вращения* является построение в эскизе осевого отрезка, относительно которого будет выполняться вращение. Тип *Сфероид*  и отсутствие тонкой стенки позволяют построить сплошное тело. В противном случае оно будет выглядеть полым, выполненным из тонкостенного материала (рисунок 5.19), то есть смоделированным поверхностью.

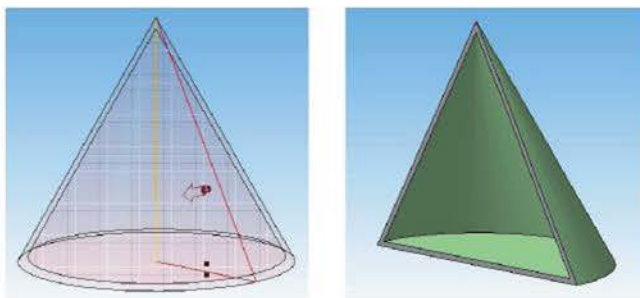




Рисунок 5.19 Модель конуса, полученная операцией *Вращения* типом *Тороид*, с толщиной внутренней стенки 1 мм

### Самостоятельная работа № 5

1. Построить в КОМПАС-3D модель шестиугольной пирамиды высотой 50 мм. Основание – шестигранник – выполнить командой панели инструментов *Геометрия Многоугольник* . По описанной окружности  диаметром 40 мм операцией *Выдавливания* с *Уклоном внутрь* на угол 19°.

2. Построить в КОМПАС-3D модель глобоида (разновидность тора) операцией *Вращения* согласно эскизу (рисунок 5.20).

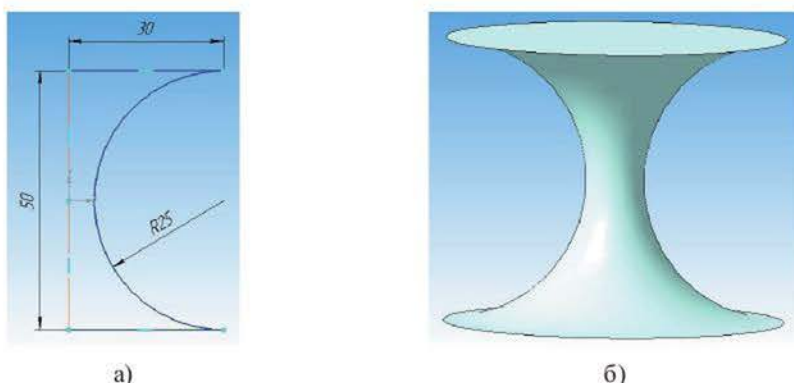









Рисунок 5.20 Эскиз (а) и модель глобоида, полученная операцией *Вращения* (б)

*Подсказка:* при выполнении эскиза глобоида выполнить дополнительные построения командами *Горизонтальная прямая*  и *Параллельная прямая*  из панели инструментов *Геометрия* .



*Построение 3D-модели на основе Сплайна.*

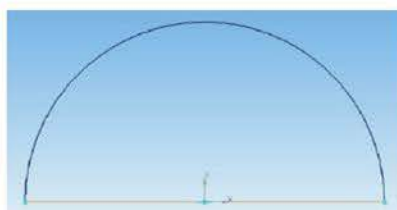
**Сплайн** – это кривая, которая строится последовательным созданием вершин, автоматически соединяющихся криволинейными сегментами, при этом форма кривой в каждой вершине определяется положением соседних вершин.

#### **Работа на ПК**

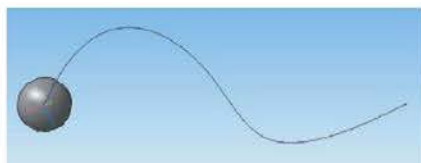
В КОМПАС-3D при вычерчивании 2D-чертежа сплайн можно выполнить командой *Кривая Безье*  из панели инструментов *Геометрия* . При построении 3D-модели операцию *Сплайн*  выбирают на панели *Пространственные кривые* .

*Порядок работы:*

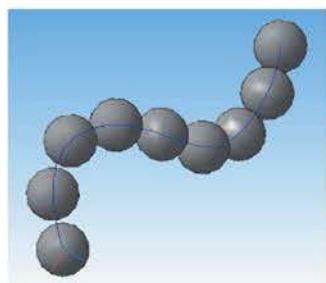
1. Создать документ *Деталь*.
2. В *Дереве модели* выбрать плоскость XY. Построить эскиз окружности диаметром 18 мм с координатами центра (0; 0).
3. Через начало координат провести отрезок стилем *Осевая* с координатами начальной и конечной точек соответственно: (-9; 0); (9; 0).
4. Выбрав команду *Усечь кривую*  из панели инструментов *Редактирование* , усечь нижнюю часть окружности (рисунок 5.21). Выйти из режима *Эскиз*.

Рисунок 5.21 Эскиз для последующей операции *Вращения*

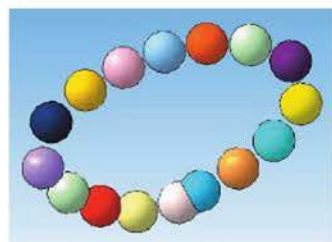
5. На панели инструментов *Редактирование детали* выбрать *Операцию вращения*. Задать следующие параметры: *Прямое направление*; *Тип: Сфероид*; *Тонкая стенка: Нет*. Зафиксировать выполнение команды нажатием кнопки *Создать объект*. На экране появится изображение шара.

Рисунок 5.22  
Результат операции *Сплайн*

6. В панели *Пространственные кривые* выбрать операцию *Сплайн*. Первую точку сплайна установить в центр координат (0; 0; 0). Далее произвольно отметить несколько точек, не лежащих в одной плоскости. Создать объект. Результат операции показан на рисунке 5.22.

Рисунок 5.23 3D-модель  
на основе *Сплайна*

7. На панели *Массивы* выбрать операцию *Массив вдоль кривой*. Операция позволяет создать копию смоделированных объектов (в нашем случае шаров), расположив их вдоль указанной кривой. Задать параметры: *Выбор объектов – Операция вращения: 1*; *Кривая: Сплайн1*; *Способ: По шагу*; *Шаг – 18*. Количество копий подобрать самостоятельно, так как оно зависит от длины сплайна. Нажать кнопку *Создать объект*. Результат построений показан на рисунке 5.23.

Рисунок 5.24  
Браслет из цветных бусин

Попробуйте самостоятельно построить браслет из цветных бусин (рисунок 5.24), используя операцию *Сплайн* и команду выбора цвета граней из контекстного меню, вызываемого ПК мыши.



**Контрольные вопросы**

1. Установите порядок основных этапов 3D-моделирования.
2. Опишите рабочее пространство создания 3D-моделей в графическом редакторе КОМПАС-3D. Для чего предназначено *Дерево модели*?
3. Объясните, какие параметры требуется ввести в ячейки *Панели свойств* при создании модели конуса операцией *Выдавливания*.
4. Обоснуйте способы построения трехмерной модели куба и пятиугольной призмы в графической программе.
5. Сопоставьте сфероидальное и тороидальное построение 3D-модели в КОМПАС-3D.
6. Дайте определение понятию Сплайн. Приведите примеры сплайнов.
7. Опишите последовательность копирования объекта при помощи операции *Массив вдоль кривой*.



### **5.3 Возможности растровых и векторных программ для создания 3D-моделей**

***Вспомните:***

- что такое сборочная единица;
- что такое аксонометрия, перспектива и технический рисунок;
- что такое сплайн, примитивы;
- какие инструменты входят в панель инструментов *Редактирование детали*.



Вы уже знаете, что для создания 3D-моделей объектов могут применяться различные растровые и векторные программы, каждая из которых обладает определенными возможностями для решения конкретных проектных задач. Для моделирования сложных объектов применяются преимущественно векторные программы. Рассмотрим создание 3D-объектов на примере программ 3ds Max и КОМПАС-3D.

#### *Возможности программы 3ds Max*

Программное обеспечение имеет следующие *типы проектирования трехмерных объектов*:

- полигональное моделирование;
- моделирование на основе примитивов;
- моделирование на основе сплайнов;
- моделирование на основе NURBS-кривых (*NURBS – неоднородный рациональный B-сплайн*) и др.



Рисунок 5.25

Пример визуализации  
в 3ds Max (свет, материал, блик)

### *3D-визуализация.*

В этой программе имеется возможность придания 3D-модели высокого уровня фотореалистичности. 3ds Max позволяет моделировать свет, имитировать изображение различных материалов, ландшафтов и пр. (рисунок 5.25).

### *Анимация.*

Функция создания анимации применима как к целым объектам, так и отдельным их элементам. Присутствуют эффекты движения частиц (огонь, дым, брызги, снег), жидкостные эффекты. Также есть возможность моделирования движения объектов.

### *Интеграция с другими пакетами 2D- и 3D-графики.*

Программа позволяет выполнять функции экспорта и импорта проектов из одних приложений в другие.

### *Возможности программы КОМПАС-3D*

Система поддерживает следующие возможности трехмерного твердотельного моделирования:

- моделирование поверхностей, геометрических тел и булевы операции над ними;
- построение вспомогательных прямых и плоскостей, эскизов, пространственных кривых (ломаных, сплайнов, спиралей);
- создание конструктивных элементов (фасок, скруглений, отверстий, ребер жесткости, тонкостенных оболочек);
- моделирование листовых тел и получение для них разверток;
- создание 3D-сборок.

### *Конструкторская библиотека.*

Программа позволяет вставить в 3D-сборку модели стандартных изделий (гаек, винтов, болтов и пр.) из обширной библиотеки, составленной в соответствии с ГОСТом.

*Автоматическая генерация чертежей деталей и сборочных единиц по 3D-моделям.*

*3D-визуализация* (выполняется в специальном библиотечном приложении Artisan Rendering).

### *Анимация.*

Анимация в КОМПАС-3D является библиотечным приложением, с помощью которого можно продемонстрировать последовательность сборки/разборки объекта, процесс работы или движения частей механизма и др.


*Интеграция с другими пакетами 2D- и 3D-графики.*

Рассмотрим некоторые возможности КОМПАС-3D.

### **Работа на ПК**

1. В документе *Деталь* построить параллелепипед размером 40×50×20 мм.


*Подсказка:* эскиз основания параллелепипеда (40×50 мм) строить командой *Прямоугольник по центру и вершине* . Центр прямоугольника расположить в начале координат (0; 0).


2. Выполнить *Скругление*  четырех вертикальных ребер параллелепипеда радиусом 7 мм.


3. Поэкспериментировать:


– выполнив параллелепипед сплошным телом и тонкостенным;

– с видом изображения, выбрав режимы на панели инструментов *Вид:*


*Спереди, Сверху, Справа, Изометрия XYZ, Каркас* ,

*Полутоновое* ,

*Полутоновое с каркасом* ,

*Перспектива* .

4. В этом же документе построить конус высотой 50 мм и диаметром основания 40 мм с помощью операции *Вращения*.

5. Применив операцию *Массив по концентрической сетке* , выполнить пять копий.

На рисунке 5.26 изображен один из вариантов построений.

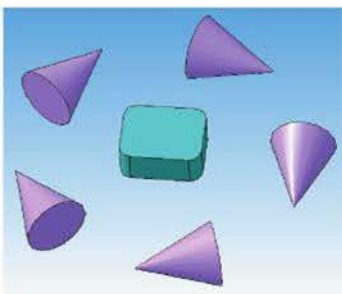


Рисунок 5.26 Один из вариантов построений 3D-моделей и копирования по концентрической сетке

### **Поисково-исследовательская работа**

1. Разделитесь на две группы. Первая группа, используя интернет-ресурсы, анализирует инструменты и возможности 3D-моделирования в программах растровой графики, вторая группа – инструменты и возмож-



ности 3D-моделирования в программах векторной графики. Программы выбираются произвольно.

2. В форме дебатов обсудите сходства и различия, преимущества и недостатки 3D-моделирования в программах растровой и векторной графики.
3. Сформулируйте выводы.



### Контрольные вопросы

1. Сопоставьте возможности программ 3ds Max и КОМПАС-3D.
2. Объясните возможности визуализации и анимации при создании 3D-моделей объектов различного функционального назначения.
3. Проанализируйте, от чего зависит вариант построений 3D-моделей на рисунке 5.26.

## 5.4 Создание 3D-модели на основе операций твердотельного моделирования

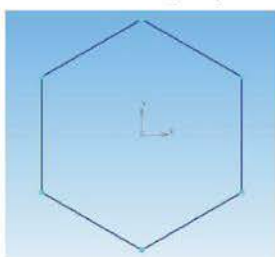


### **Вспомните:**

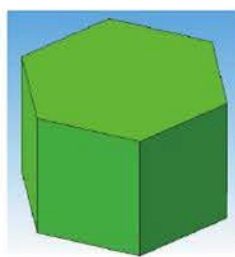
- команды панели инструментов *Геометрия*, *Редактирование*, *Редактирование модели* в КОМПАС-3D;
- возможности 3D-моделирования системы КОМПАС-3D.

Создание сложных 3D-моделей можно выполнить на основе операций твердотельного моделирования (объединение, пересечение, вычитание, наращивание). Рассмотрим примеры.

1. Построить модель призмы, в основании которой лежит шестигранник, вписанный в окружность диаметром 80 мм. Для этого создать документ *Деталь*. В плоскости XY построить эскиз шестигранника, вписанного в окружность диаметром 80 мм, с углом первой вершины  $270^\circ$ , используя команду *Многоугольник* из панели инструментов *Геометрия* (рисунок 5.27 а). Выдавить эскиз на 50 мм (рисунок 5.27 б).



а)



б)

Рисунок 5.27 Эскиз шестиугольника (а) и результат операции *Выдавливания* (б)

2. К призме можно добавлять формообразующие элементы или вычитать их из нее, предварительно создав эскиз на указанной грани. Выделить верхнюю грань призмы ЛК мыши и построить эскиз в форме окружности диаметром 60 мм. Выдавить эскиз на 40 мм (рисунок 5.28 а).

3. Вырезать в созданном геометрическом теле квадратное отверстие на глубину 50 мм. Эскизом отверстия является квадрат со стороной 30 мм, построенный на верхнем основании цилиндра (рисунок 5.28 б).

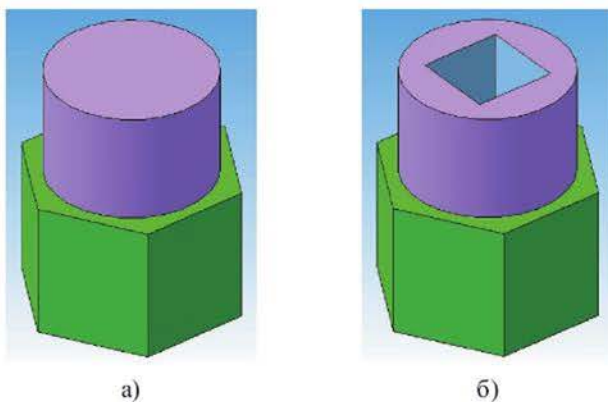


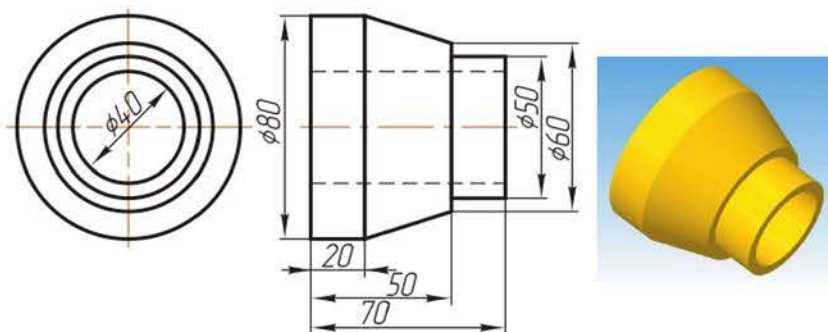
Рисунок 5.28 Добавление к призме цилиндра (а); результат операции *Вырезания* квадратного отверстия (б)

4. Сохранить модель для дальнейшей работы.

### Самостоятельная работа № 6

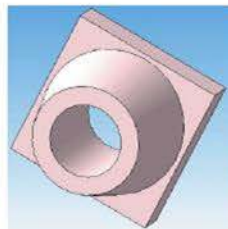
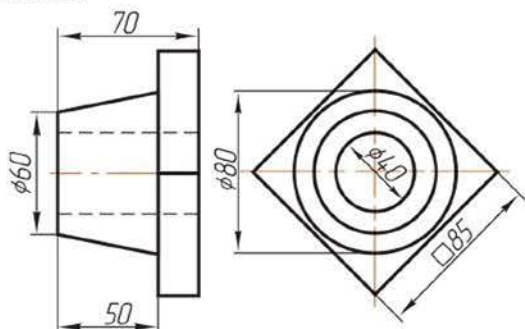
Постройте твердотельную модель, используя операции *Выдавливания*, *Вырезания выдавливанием*, *Вращения*.

#### Уровень А

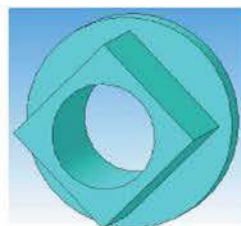
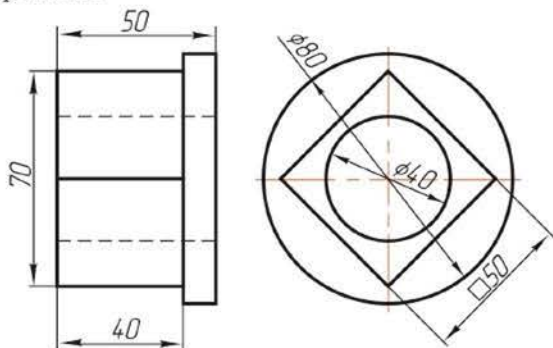


**Уровень В**

**Вариант 1**

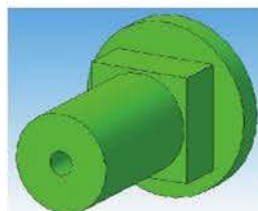
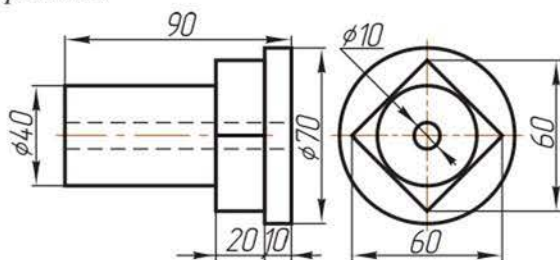


**Вариант 2**

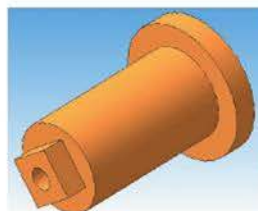
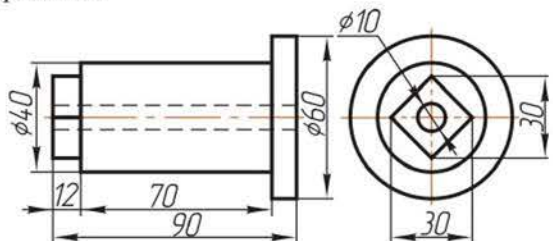


**Уровень С**

**Вариант 1**



**Вариант 2**



**Контрольные вопросы**

1. Перечислите операции твердотельного моделирования, о которых вы узнали в этом параграфе.
2. Сопоставьте операции *Выдавливания* и *Вырезать выдавливанием* при создании 3D-модели.
3. Перечислите параметры, которые требуется ввести в ячейки *Панели свойств* при выполнении операции *Вырезать выдавливанием*.
4. Объясните, какое основное требование предъявляется к эскизу перед операцией *Выдавливания*.

**Глава 6 Чтение и выполнение чертежей предметов (геометрических тел)*****Вы научитесь:***

- определять и выбирать виды визуализации трехмерной модели;
- сопоставлять твердотельное и поверхностное моделирование и выбирать способ построения;
- воспроизводить в процессе визуализации текстуру и фактуру предмета.

***Ключевые слова***

<i>Визуализация сцены</i>	<i>Сахнаны визуалдау</i>	<i>Scene visualization</i>
<i>Визуализация 3D-модели</i>	<i>3D модельді визуалдау</i>	<i>3D model visualization</i>
<i>Анимация объекта</i>	<i>Нысанның анимациясы</i>	<i>Object animation</i>
<i>Визуализатор</i>	<i>Визуализатор</i>	<i>Visualizer</i>
<i>Тоновая закраска</i>	<i>Реңктік бояу</i>	<i>Tonal rendering</i>
<i>Текстура</i>	<i>Текстура</i>	<i>Texture</i>
<i>Фактура</i>	<i>Фактура</i>	<i>Texture</i>

***Вспомните:***

- основные операции твердотельного моделирования при создании 3D-модели и сборочной единицы;
- различия поверхностного и твердотельного моделирования;
- инструменты редактирования детали, поверхностного моделирования в КОМПАС-3D;
- что такое 3D-визуализация.



### 6.1 Определение видов визуализации 3D-модели

3D-визуализация объектов имеет целью получение высококачественных трехмерных изображений объекта. Пространственная визуализация может выполняться для изделия (проектируемого или реально существующего), объекта дизайна или просто трехмерного элемента, используемого как часть некоторой композиции. В 3D-визуализации объектов важную роль играют свет, материалы, композиция кадра (сцена), наиболее выигрышно подчеркивающая особенность визуализируемой трехмерной модели. Итогом многомерной визуализации объектов являются изображения высокого разрешения, пригодные для печати, либо анимационные видеоролики. Размер, пропорции, форма подачи для 3D-визуализации определяются на стадии формирования технического задания.

*3D-сцена* – это совокупность всех трехмерных объектов, имеющихся в модели. Размер трехмерной сцены определяется кубом минимальной величины, охватывающим все элементы. Создаваемые сцены могут быть визуализированы с разной степенью точности.

Для работы используются различные средства визуализации (*визуализаторы*). На этом этапе существенную роль играют быстродействие компьютера и параметры видеокарты, что влияет на качество и скорость создания изображения.

В качестве визуализатора в 3ds Max установлен Scanline. Вместе с тем возможно применение альтернативных визуализаторов: Arnold, V-Ray, Mental Ray, RenderMan, FinalRender, Luxrender, Brazil и др., обеспечивающих большую реалистичность получаемых изображений.

Для создания высококачественных фотореалистичных изображений моделей, разработанных в КОМПАС-3D, применяется Artisan Rendering. С помощью этого приложения можно комбинировать материалы и освещение, фон и сцену, и за несколько несложных этапов пройти путь от трехмерной модели до высококачественного изображения (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 Примеры фотореалистичных изображений, полученных с помощью Artisan Rendering



Вид визуализации определяется и выбирается согласно основному назначению, а также зависит от области применения той или иной программы:

- архитектурная визуализация интерьеров – это визуализация 3D-интерьеров на разных стадиях процесса проектирования;
- архитектурная 3D-визуализация экстерьеров – это визуализация 3D-моделей зданий, кварталов, территорий застройки;
- 3D-анимация и 3D-ролики – используются при создании презентаций, в том числе «полетов» над территорией, персонажной и технической 3D-анимации и т. д.;
- рекламная 3D-анимация и 3D-ролики.

К объектной 3D-визуализации системы КОМПАС-3D относятся:

- *Реберное изображение* – все трехмерные тела изображаются в виде каркаса из образующих их ребер. Метод удобен тем, что элементы заднего плана не заслоняются передними элементами. Также можно увидеть объекты, расположенные внутри тела (рисунок 6.2 а).
- *Тоновая закразка* – все трехмерные тела раскрашиваются с учетом заданного для каждого тела цвета (рисунок 6.2 б).
- *Тоновая закразка с материалами* – все трехмерные тела раскрашиваются с учетом выбранного материала как для тела в целом, так и назначенного для отдельной грани (рисунок 6.2 в).
- *Реберное изображение с удалением невидимых линий* – в 3D-окне показывается реберное изображение 3D-модели без невидимых линий (рисунок 6.2 г).
- *Реберное изображение с точным удалением невидимых линий* – отображается реберная модель в текущем положении без невидимых линий. Этот режим можно использовать только при параллельном способе проецирования (рисунок 6.2 д).



Рисунок 6.2 Методы визуализации объекта

В системе ArchiCAD, предназначенной для архитектуры и строительства, встроен механизм визуализации CineRender, который позволяет выполнять полный цикл различных эффектов и опций.

Опция *Белая Модель* позволяет быстро получить картинку, которая передает общий объем и пропорции проекта (рисунок 6.3).



Рисунок 6.3 Примеры применения опции *Белая Модель* визуализатора CineRender

С помощью опции *Корректировка Цвета* можно изменить контрастность и насыщенность картинки. Функция *Оттенивание* создает виньетку, а *Протяженность Тумана* – атмосферную дымку. *Блики на Линзах* активируют блики, включенные в параметрах источников света. Блики от стандартного солнца включаются в разделе *Окружающая Среда – Солнце*.

Настройка *Глубина резкости* позволяет оставлять в фокусе объекты, находящиеся в цели камеры, размывая при этом те, которые расположены впереди и позади цели.

Во вкладке *Эффекты* можно включить отображение каустик.

**Каустика** – это геометрическое место всех фокусов пучков света, не сходящихся в одной точке. На практике каустики легко заметить, так как в них резко возрастает интенсивность светового поля. Если в источнике света и в покрытиях, задействованных при визуализации, также включены генерация или восприятие каустик, можно получить эффект, изображенный на рисунке 6.4.



Рисунок 6.4 Эффект каустики

В программах, которые используются в промышленном проектировании, таких как AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks и др., с помощью различных приложений можно показывать последовательность технологических процессов, сборки механизмов, имитационные эффекты (поток жидкости, передвижение материала и т. д.). Например, в системе КОМПАС-3D имеется библиотечное приложение – *Анимация*, предназначенное:

- для имитации движений различных машин, устройств, механизмов и приборов, смоделированных в КОМПАС-3D;
- демонстрации процессов сборки-разборки изделий;
- проверки возможных соударений компонентов в процессе движения деталей;

– создания видеороликов, демонстрирующих работу еще не существующих устройств, презентаций или для интерактивных технических руководств.

Рассмотрим подробнее анимацию сборки в КОМПАС-3D.

Для работы с библиотекой необходимо открыть документ КОМПАС-3D – трехмерную модель сборки (\*.a3d) и запустить *Библиотеку*. Выполнив команды меню *Анимация – Настройки*, необходимо произвести настройки параметров воспроизведения: частоту воспроизведения (кадров/сек), паузу между последовательными движениями, цикличность воспроизведения, создание видеоролика, задание перемещения и вращения и т. д. (рисунок 6.5).

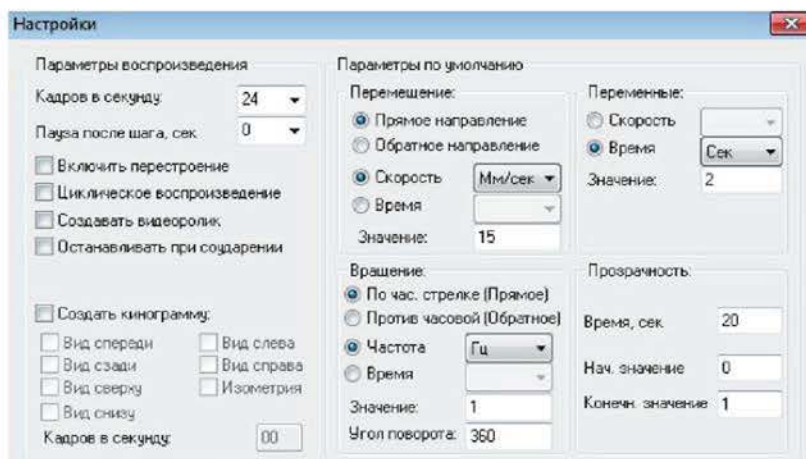
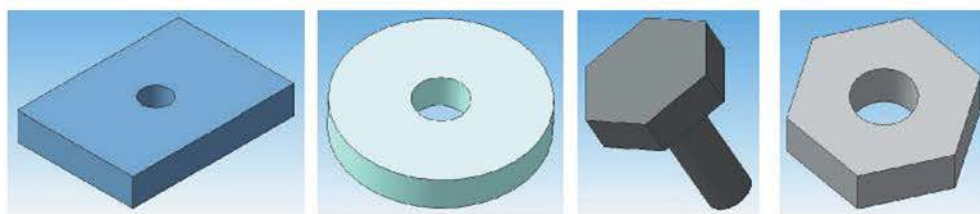


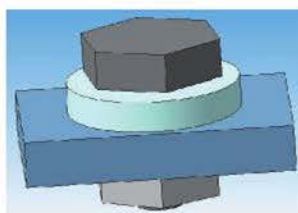
Рисунок 6.5 Настройка параметров анимации

Рассмотрим пример анимации сборки деталей: Планка, Шайба, Болт, Гайка (рисунок 6.6).

Перед началом работы по анимации сборки необходимо исключить соприкосновения, мешающие перемещению компонентов сборки. Для этого следует отключить соприкосновение *Совпадение деталей в Дереве модели: ПК мыши – Исключить из расчета* (рисунок 6.7).



а)



б)

Рисунок 6.6 Детали (а) и сборочная единица (б)

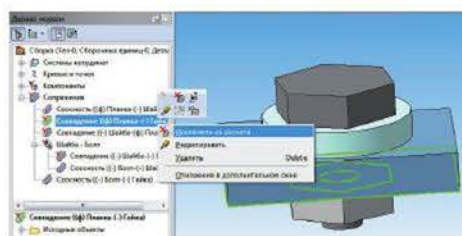



Рисунок 6.7 Исключение из расчета компонента *Сопряжение*

Для вызова библиотеки нажимаем кнопку *Менеджер библиотек*  → *Прочие* → *Библиотека анимации* (рисунок 6.8).

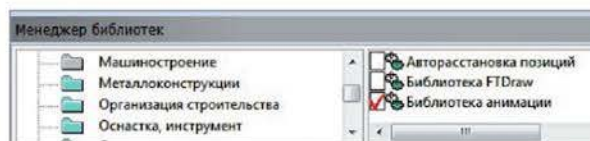
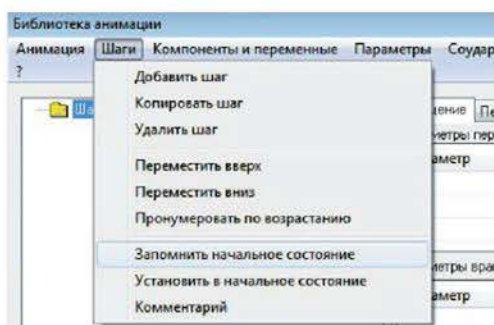
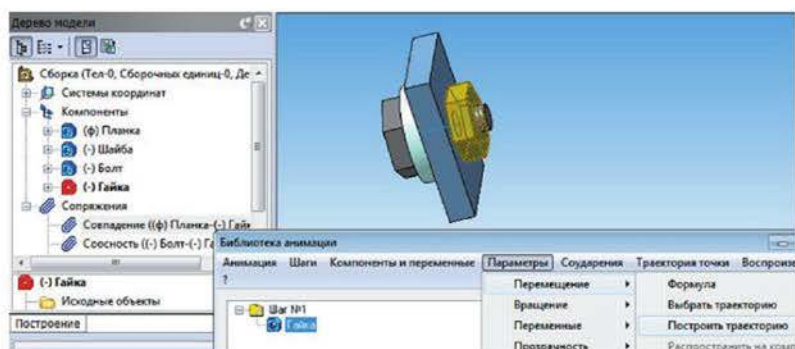



Рисунок 6.8 Вызов *Библиотеки анимации*

В открывшемся окне *Библиотека анимации* переходим во вкладку *Шаги*, открываем ее и выбираем команду *Запомнить начальное состояние*, для того чтобы перед запуском анимации вернуть компоненты в начальное состояние до разборки-сборки (рисунок 6.9).

Рисунок 6.9 Выбор команды *Запомнить начальное состояние*

Теперь можно добавлять компоненты в первый шаг: *Компоненты и переменные* → *Выбрать компоненты* → *В дереве сборки*. Щелкаем ЛК мыши по выбранной детали. Затем выбираем деталь в *Дереве анимации*, переходим во вкладку *Параметры* → *Перемещение* → *Построить траекторию* (рисунок 6.10).

Рисунок 6.10 Вызов команды *Построить траекторию*

На *Компактной панели* нажимаем кнопку *Перемещение компонентов* , далее → *Считать положение* → перемещаем деталь в сторону, имитируя разборку → *Считать положение* → *Завершение*. В результате в окне анимации появилась траектория движения компонента. А в окне сборки – пространственная кривая – ломаная, характеризующая траекторию движения детали (рисунок 6.11).

Во вкладке *Шаги* выбираем команду *Добавить шаг*. Выбираем следующую деталь в *Дереве модели* и повторяем вышеперечисленные действия по перемещению компонента (рисунок 6.12).

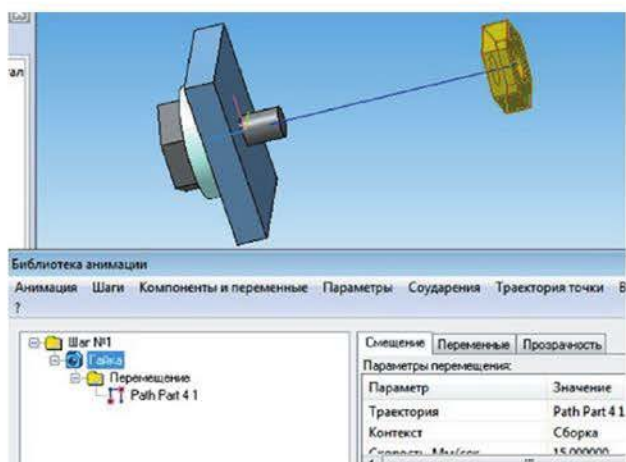


Рисунок 6.11 Первый шаг – Траектория движения компонента

Для создания эффекта вращения (например, свинчивания гайки с болта) выполняют следующее: *Параметры* → *Вращение* → *Выбрать ось вращения* → *В дереве сборки*. В качестве оси можно выбрать ось болта щелчком ЛК мыши по его стержню.

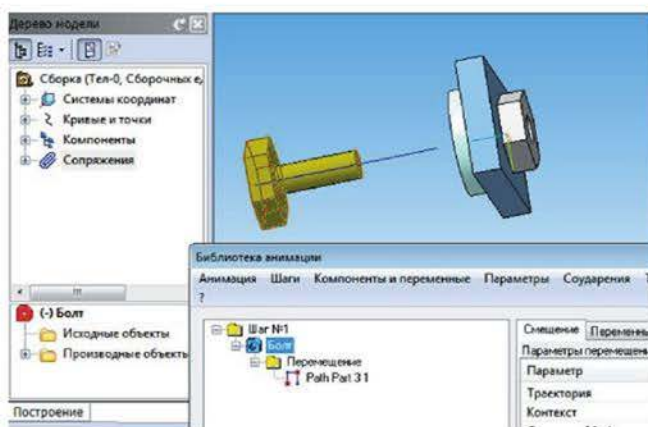


Рисунок 6.12 Второй шаг – Перемещение второго компонента

После того как все шаги заданы, в *Дереве модели* включить сопряжение *Совпадение деталей*.

Запускаем анимацию. Во вкладке *Воспроизведение* выбираем *Полное*. В окошке нажимаем *Воспроизвести*. После выполнения этих команд на экране появляется управляющая панель с кнопками *Пуск* ▶, *Стоп* ■, *Пауза* || и *Создать видеоролик* ■ (рисунок 6.13).

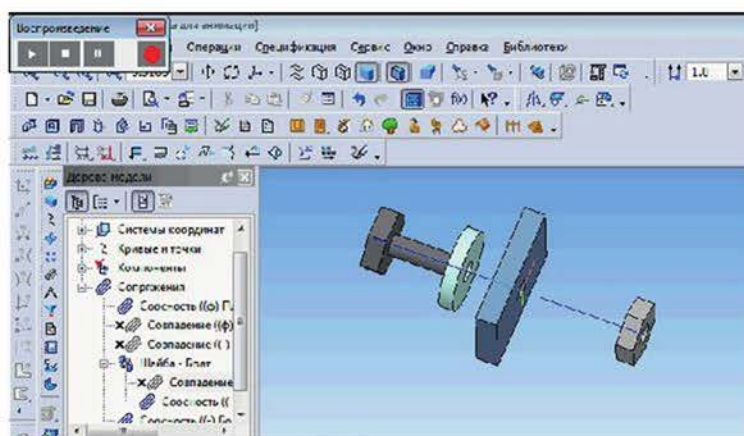


Рисунок 6.13 Запуск анимации

Если перед нажатием кнопки *Пуск* нажать кнопку *Создать видеоролик*, то при запуске воспроизведения начнется параллельная запись ролика в формате AVI. По окончании воспроизведения система предлагает выбрать место на диске для сохранения видеофайла и его имени. Просмотр видеороликов осуществляется в стандартных медиаплеерах.

### Поисково-исследовательская работа

1. Пользуясь интернет-ресурсами, найдите общие сведения:
  - о программах визуализации объектов различного назначения (дизайн, конструирование, архитектура и др.);
  - об инструментах визуализации 3D-моделей.
2. Обсудите результаты с классом.

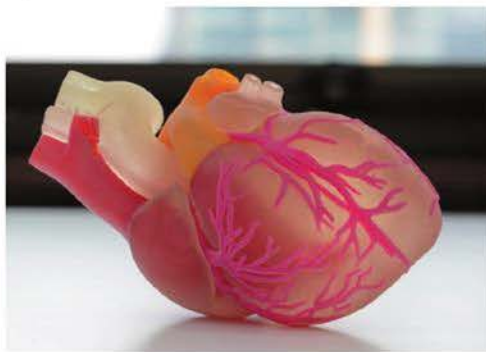
### Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте средства визуализации для получения фотореалистичных изображений. Приведите примеры.
2. Сопоставьте инструменты объектной 3D-визуализации в КОМПАС-3D.
3. Опишите возможности эффектов и опций визуализатора графических систем ArchiCAD, AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks.
4. Как вы понимаете эффект каустики? Приведите примеры.
5. Перечислите этапы выполнения анимации сборки в КОМПАС-3D.



### **Это интересно!**

Казахстанская компания «3D PM» активно применяет технологии 3D-моделирования и печати для изготовления: бионических протезов, моделей сердца для проведения хирургических тренингов перед реальной операцией, имплантов для черепа при операциях больных инсультом, запчастей для ковшей экскаваторов, деталей автомобилей, купюроприемников для банкоматов, моделей скульптур для музея им. А. Кастеева, макетов домов, форм для отливки ювелирных украшений и др.



Модель сердца, выполненная на 3D-принтере



Модели скульптур из музея А. Кастеева

## **6.2 Выбор способов построения 3D-моделей**

При выборе способа построения 3D-модели (твердотельное или поверхностное моделирование) предварительно изучают форму объекта и составляют алгоритм (последовательность) работы. Обязательное условие – рациональность построения, то есть для достижения результата следует применить минимальное количество операций.



**Работа на ПК**

Рассмотрим два примера построений в КОМПАС-3D.

*Пример 1.* Построить поверхность произвольной формы (рисунок 6.14).

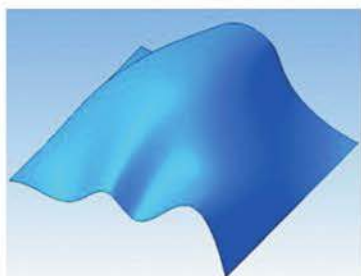



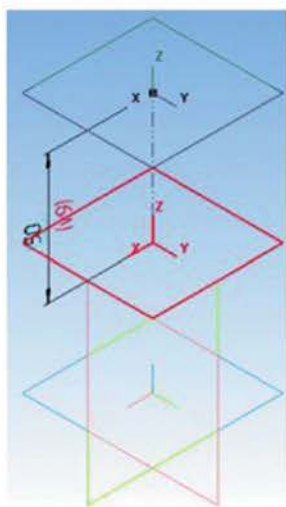


Рисунок 6.14 Поверхность произвольной формы

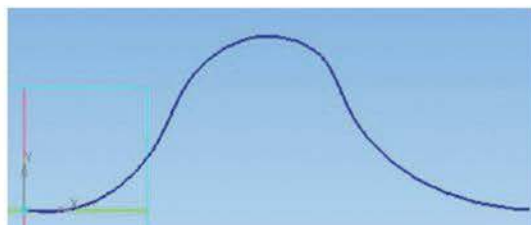
*Порядок работы:*

1) В документе *Деталь* для плоскости XY построить параллельную плоскость на расстоянии 50 мм, выбрав команду *Смещенная плоскость*  на панели инструментов *Вспомогательная геометрия* . Для этой плоскости аналогично построить еще одну на расстоянии 50 мм (рисунок 6.15 а).

2) В *Дереве модели* выбрать плоскость XY и выполнить *Эскиз* произвольной формы, используя команду *Слайн по точкам*  (рисунок 6.15 б).



а)



б)

Рисунок 6.15 Результат операции *Смещенная плоскость* (а); *слайн* (б)

3) В *Дереве модели* выбрать *Смещенную плоскость:1* и построить *Эскиз сплайна* произвольной формы. Аналогичные действия выполнить на *Смещенной плоскости:2*. Результат построений показан на рисунке 6.16.

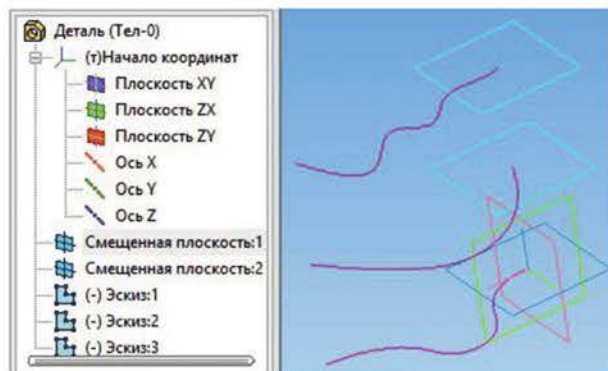


Рисунок 6.16 Сплайны, выполненные на смещенных плоскостях

4) На панели инструментов *Поверхности* выбрать команду *Поверхность по сети кривых*. В панели *Свойств* указать кривые для операции (рисунок 6.17). Результат операции показан на рисунке 6.14.

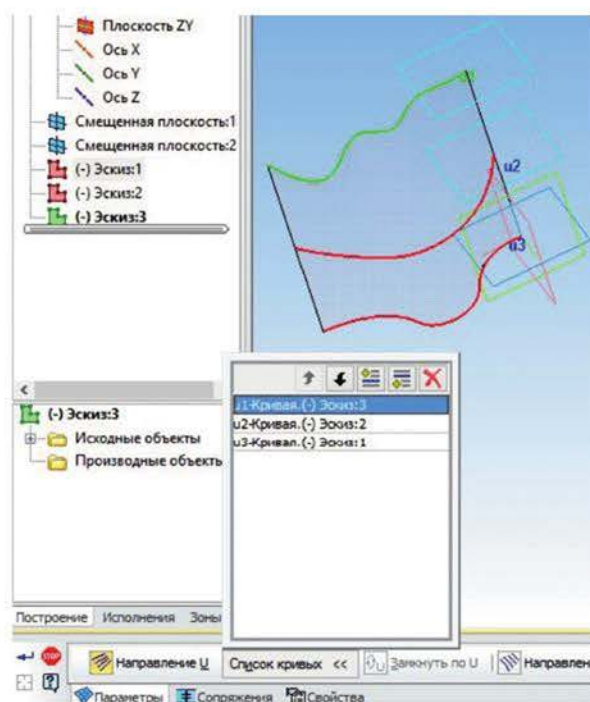


Рисунок 6.17 Указание кривых для выполнения операции

Пример 2. По эскизу (рисунок 6.18) построить твердотельную модель.

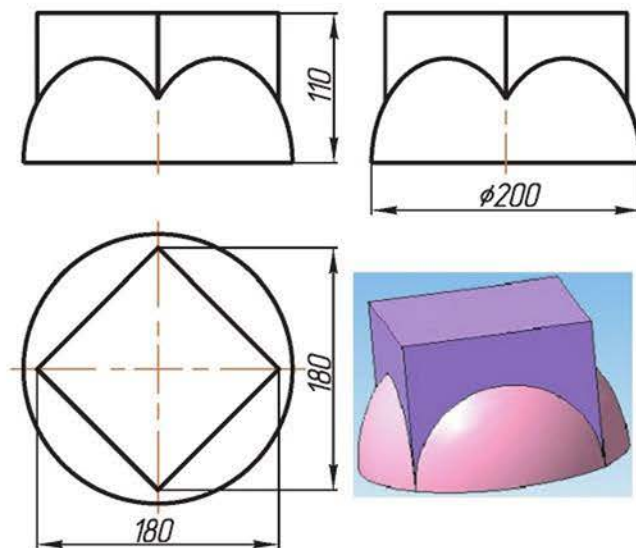


Рисунок 6.18 Задание для построения 3D-модели

Порядок работы:

1. Построение 3D-модели.

1) В документе *Деталь* на плоскости *ZX* построить эскиз (рисунок 6.19 а). Выйдя из эскиза, выполнить операцию *Вращения* на  $180^\circ$  (рисунок 6.19 б).

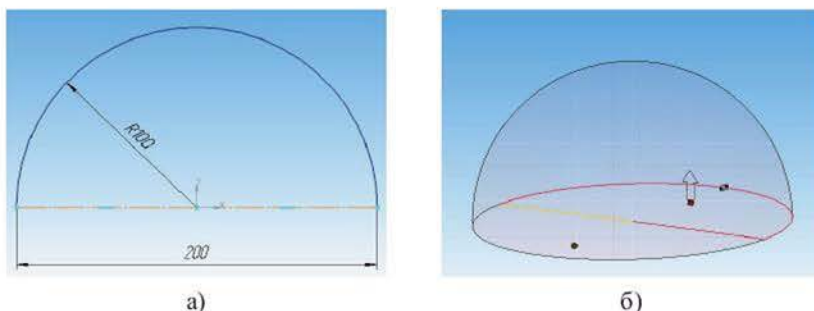
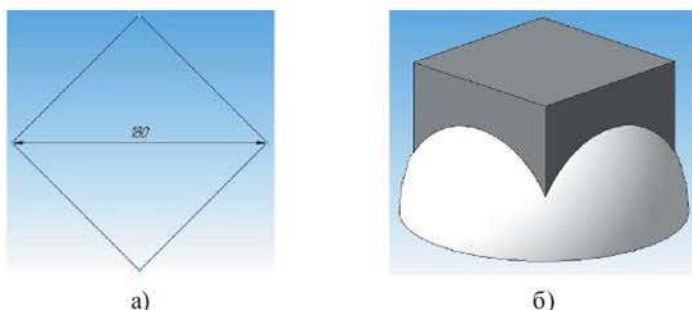


Рисунок 6.19 Эскиз в виде половины окружности (а) и примененная к нему операция *Вращения* (б)

2) В плоскости *ZX* построить эскиз четырехугольника, вписанного в окружность диаметром 180 мм, используя команду *Многоугольник* (рисунок 6.20 а). Выйдя из эскиза, выполнить операцию *Выдавливания* на 110 мм (рисунок 6.20 б).



а) б)  
Рисунок 6.20 Эскиз четырехугольника (а) и результат операции *Выдавливания* (б)

3) Сохранить документ под именем «Модель», предварительно задав свойства цвета.

2. Построение ассоциативного чертежа.

**Ассоциативный вид** – вид чертежа, параметрически связанный с определенной 3D-моделью. При изменении формы или размеров модели автоматически изменяется изображение на всех связанных с ней ассоциативных видах.

1) Создать чертеж формата А4. На панели инструментов *Виды* выбрать *Стандартные виды* . Открыть документ «Модель» нажатием кнопки ОК (рисунок 6.21).

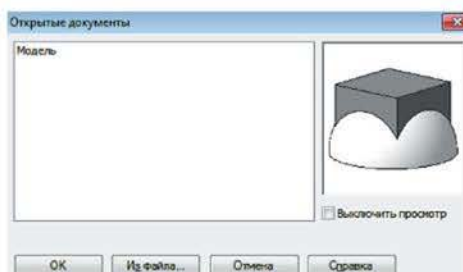


Рисунок 6.21 Открытие документа «Модель»

*Панель свойств* примет вид:



2) Выбрать *Масштаб* вида 1:2,5. Остальные настройки – по умолчанию. Чтобы задать положение видов, щелкнуть ЛК в нужном месте чертежа (рисунок 6.22 а).

3) Для дальнейшей работы с чертежом щелкнуть поочередно по созданным видам ПК мыши. Из контекстного меню выбрать пункт *Разрушить вид*.

- 4) Создать осевые линии командой *Отрезок*.
- 5) Проставить размеры (рисунок 6.22 б). Заполнить основную надпись.

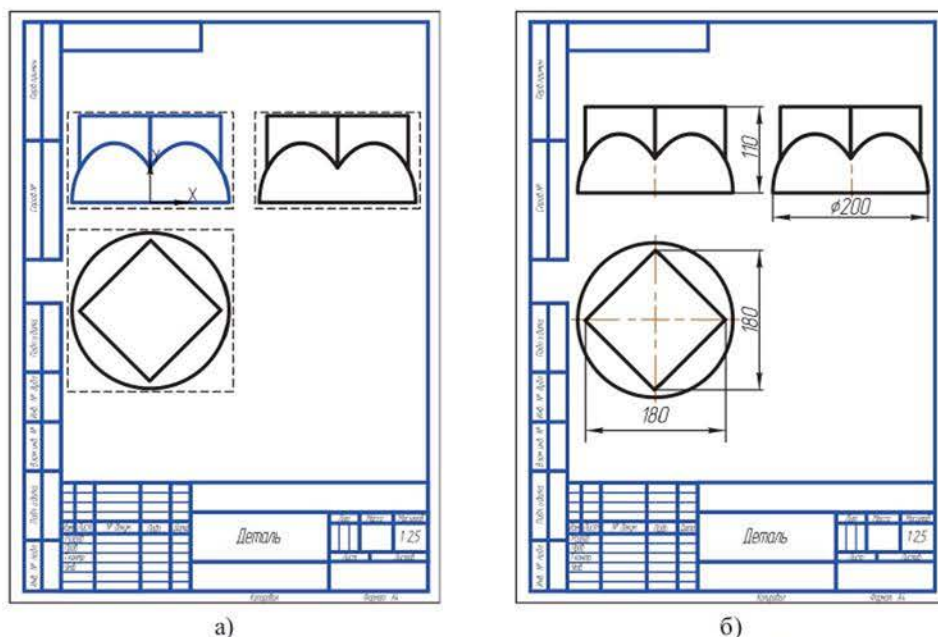


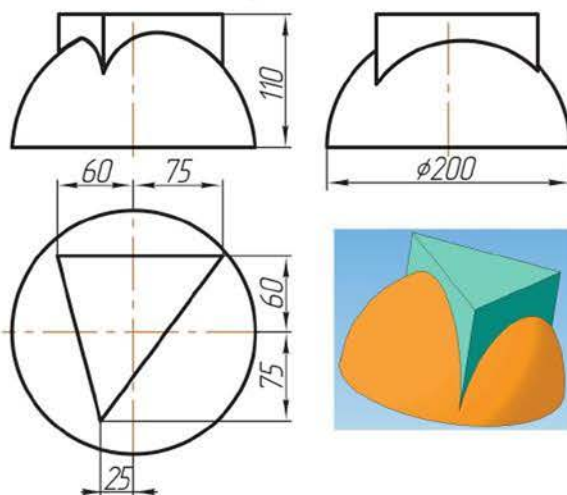
Рисунок 6.22 Задание положения видов (а); ассоциативный чертеж с 3D-модели (б)

### Самостоятельная работа № 7

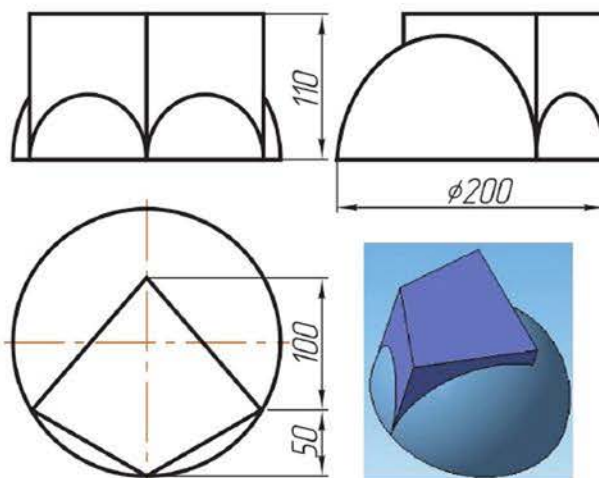
#### Уровень А

По эскизу (согласно варианту) постройте 3D-модель.

#### Вариант 1



Вариант 2

**Уровень В**

Для 3D-модели, выполненной в задании уровня А, постройте ассоциативный чертеж.

**Уровень С**

Создайте схему, описывающую последовательность построений 3D-модели и ассоциативного чертежа.

### 6.3 Текстура и фактура 3D-модели

Правильное отображение свойств материалов поверхностей является важнейшим элементом создания реалистичных изображений проектируемых объектов. Многие графические редакторы предусматривают возможность применения изображения текстуры и фактуры поверхности для этой цели.

**Текстура** – это растровое изображение, накладываемое на поверхность полигональной модели для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа (рисунок 6.23). Использование текстур позволяет воспроизвести малые объекты поверхности, создание которых полигонами оказалось бы чрезмерно ресурсоемким. Например, шрамы на коже, складки на одежде, мелкие камни и прочие предметы на поверхности стен и почвы.

Качество текстурированной поверхности определяется *текселями* (от англ. Texel – аббревиатура от слов «TEXTure» и «ELEMENT») – количеством пикселей на минимальную единицу текстуры.

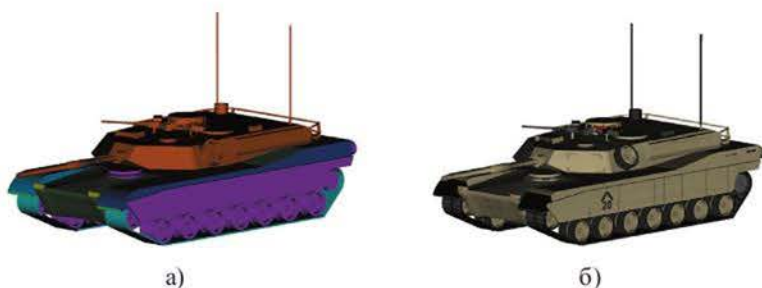


Рисунок 6.23 3D-модель без текстур (а) и 3D-модель с текстурами (б)

**Фактура** – характер поверхности объекта, его рельефность. Фактуры материалов создают тот или иной характер поверхности и, наряду с цветами и линиями, оказывают существенное влияние на восприятие облика. Выразительная фактура, даже при самом простом фасоне, может сделать облик эффектным и запоминающимся.



Рисунок 6.24 Текстура протекторов шин

Моделирование всех деталей микроструктуры объекта – трудоемкий вычислительный процесс. Поэтому при визуализации имитация свойств материала происходит с помощью заранее подготовленных текстурных карт. Тематика текстурных карт может быть разной: асфальт, бетон, бумага, гранит, дерево, кора, пробка и т. д. На рисунке 6.24 показана текстура протекторов шин.

Текстуры различных поверхностей или материалов могут быть заложены в программах, особенно в тех, которые имеют возможность архитектурной визуализации интерьеров или экстерьеров. Например, 3ds Max, SketchUp (рисунок 6.25) и др. При этом имеется возможность найти и загрузить уже готовую текстуру в библиотечную систему программы.

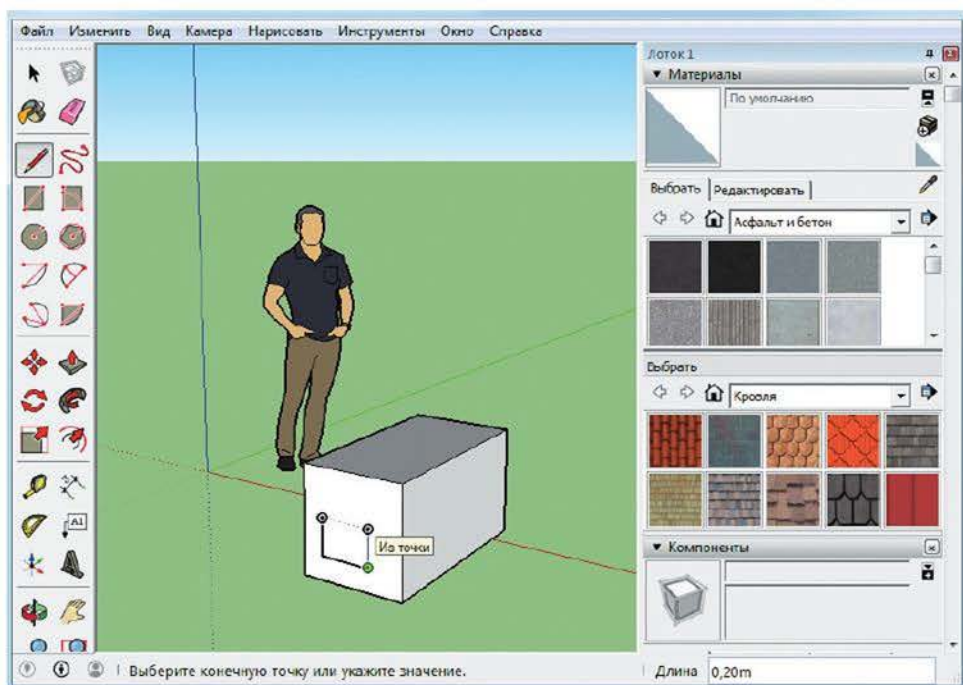


Рисунок 6.25 Примеры текстур, заложенных в программу SketchUp

Пользователь может самостоятельно создать пакет текстур в графических программах CorelDRAW, GIMP или преобразовать фото текстурных поверхностей с помощью программы Photoshop.

Во многих случаях возможности использования текстур зависят от визуализатора, применяемого в программе. В КОМПАС-3D придать текстуру моделям можно с помощью визуализатора Artisan Rendering. Он содержит информацию о цвете и текстуре, которая была применена при визуализации. Вкладка *Материал* в Artisan Rendering (рисунок 6.26) содержит 3 категории:

- 1) *материалы* – включают полные определения материала, в том числе: цвет, фактуру и неровность компонентов;
- 2) *фактуры* – содержат отражения и прозрачности таких элементов, как зеркало или стекло;
- 3) *рельефности* – дают возможность сделать поверхность таким образом, что она будет выглядеть грубой или иметь узоры, основанные на разной высоте от поверхности.



Рисунок 6.26 Схема вкладки *Материал* в Artisan Rendering

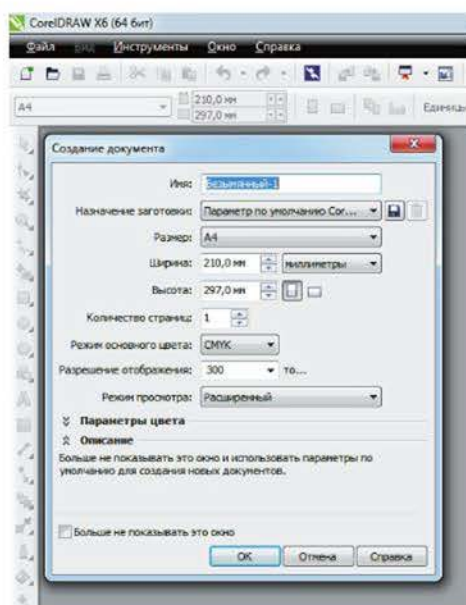
### Поисково-исследовательская работа

1. Пользуясь возможностями Интернета, найдите и структурируйте информацию о визуализации 3D-моделей с помощью текстуры и фактуры в следующих областях (на выбор):
  - геодезия и картография;
  - дизайн ювелирных изделий и аксессуаров;
  - моделирование и изготовление одежды/обуви;
  - автомобилестроение;
  - медицина.
2. Результаты работы презентуйте классу.

Рассмотрим пример художественного оформления объекта в программе CorelDRAW.

### **Работа на ПК**

Запустить программу CorelDRAW. Создать документ формата А4 (рисунок 6.27).

Рисунок 6.27 Диалоговое окно *Создать документ*

Выполнить прямоугольник произвольных размеров. Вызвать команду, кликнуть ЛК мыши и протягивать по диагонали до нужного размера, затем отпустить (рисунок 6.28).

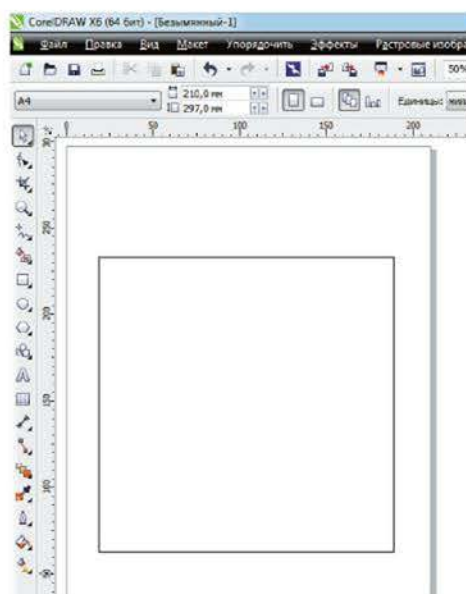


Рисунок 6.28 Выполнение прямоугольника

Выбрать опцию *Заливка текстурой* с инструмента *Заливка* (рисунок 6.29 а). В открывшемся окне изменить стандартные назначения документа: поставить галочки в ячейках *Художественное оформление* и *Графика* (рисунок 6.29 б).

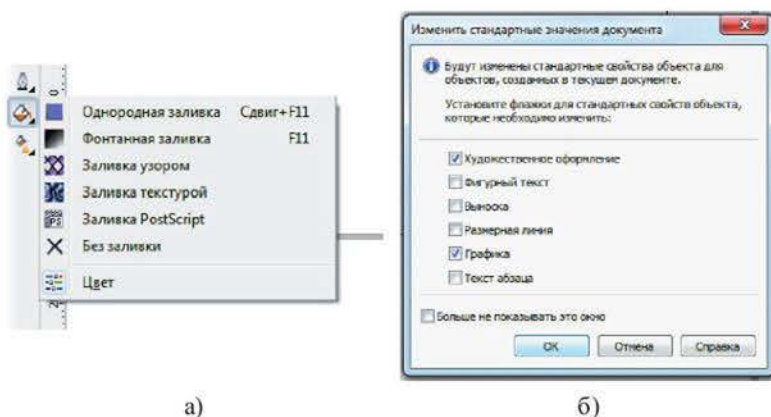


Рисунок 6.29 Выбор опции *Заливка текстурой* (а);  
окно *Изменить стандартные значения документа* (б)

### Поисково-исследовательская работа

Изучите свойства текстур, перелистывая *Список текстур* в окне *Заливка текстурой* (рисунок 6.30). Из каких параметров он состоит? Каково назначение параметров? Из каких цветовых фонов состоит каждая текстура?

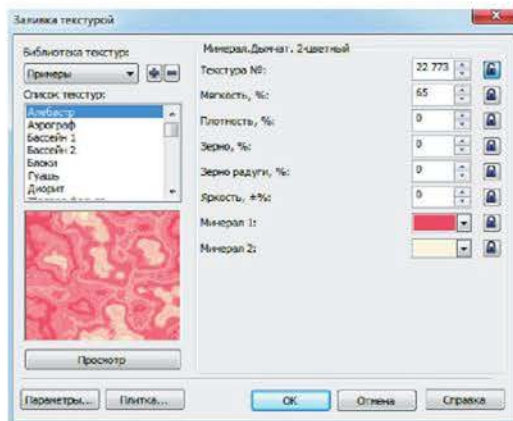


Рисунок 6.30 Окно *Заливка текстурой*

Закрасьте прямоугольник, нажав кнопку ОК (рисунок 6.31). Для этого прямоугольник предварительно должен быть выделен.

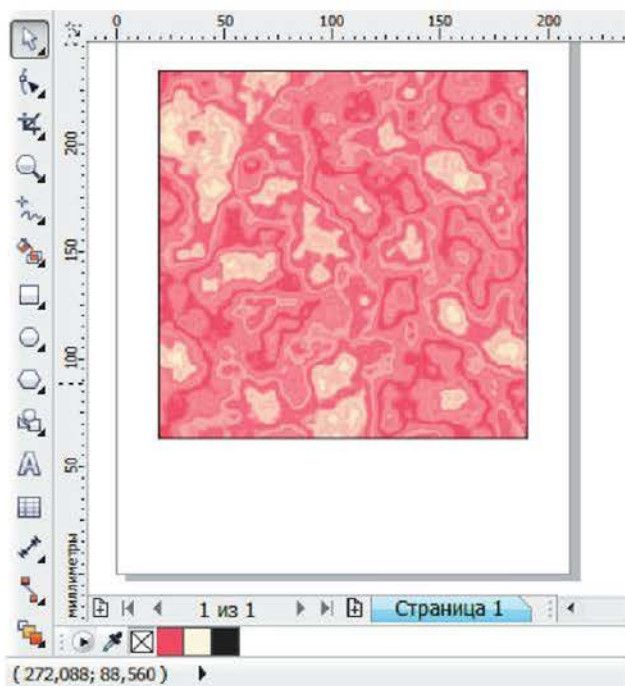


Рисунок 6.31 Результат работы



### Контрольные вопросы

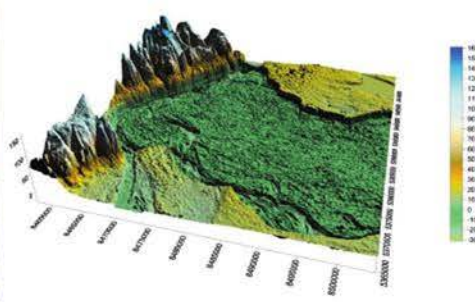
1. Сопоставьте понятия текстуры и фактуры. Приведите примеры.
2. Расскажите, каким параметром определяется качество текстурированной поверхности.
3. Приведите примеры, как пользователь может создавать собственные текстуры и фактуры.



### Это интересно!

Текстурирование и фактурирование цифровых 3D-моделей местности позволяют визуализировать пространственную информацию для ее наглядного представления. Такие модели рельефа используются:

- для оценки уровня эрозии почв и образования лавин;
- проектирования автомобильных дорог, линий электропередач, нефте- и газопроводов;
- прогнозирования и оценки рисков последствий чрезвычайных ситуаций, определения зон затопления, заражения выбросами вредных веществ и др.



### Текстурирование и фактурирование цифровых 3D-моделей местности

Также цветные 3D-модели местности, визуально отражающие не только поверхность почвы, но и ее разрез, используются в картографии, ландшафтном дизайне, при проектировании зданий и сооружений, в военном деле и мореплавании, в научных изысканиях биологов, экологов, географов, геологов и др. В повседневной жизни цифровые модели местности мы используем в электронных картах смартфонов и автомобильных навигаторах.

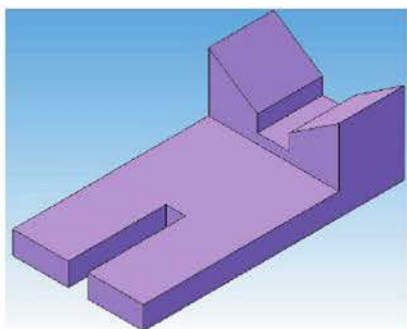
### Самостоятельная работа № 8

#### Уровень А

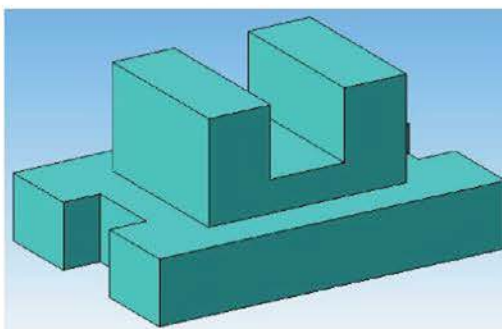
Согласно варианту вычертите в КОМПАС-3D модель произвольных размеров, соблюдая пропорции.



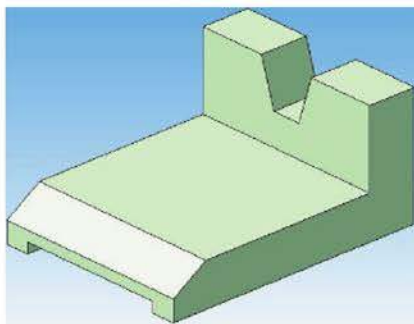
Вариант 1



Вариант 2



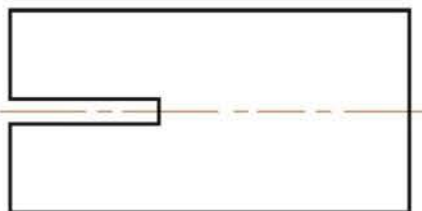
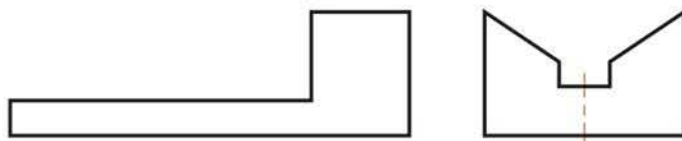
*Вариант 3*



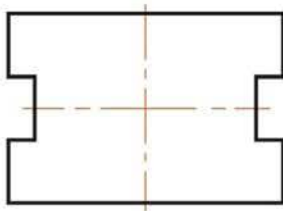
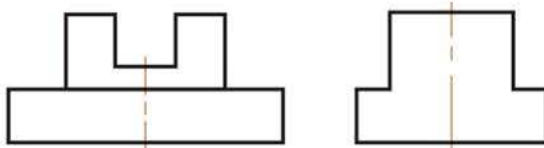
**Уровень В**

Вручную выполните эскизы видов согласно варианту и рисунку, дополнив недостающими линиями. Обоснуйте построения.

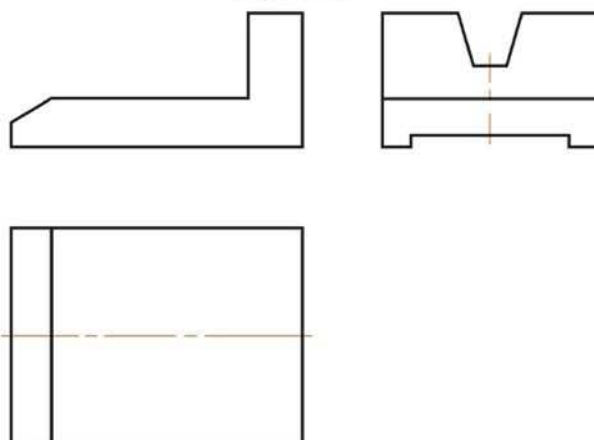
*Вариант 1*



*Вариант 2*



Вариант 3



**Уровень С**

Оформите ассоциативный чертеж детали. Проставьте размеры, заполните основную надпись. Обсудите результаты с классом.

**Глава 7 Сечения и разрезы**

**Вы научитесь:**

- выбирать программное обеспечение (растровое или векторное) для создания 2D-объекта (разрезы и сечения);
- использовать основные операции твердотельного моделирования для образования сечений и разрезов в 3D-объекте.

**Ключевые слова**

Разрез	Тілік	Cut/slice
Сечение	Қима	Section
Линия разреза	Тілік сызығы	Cut line
Автоматическая генерация	Автоматты генерация	Automatic generation
Плоскость	Жазықтық	Plane
Секущая плоскость	Қиюшы жазықтық	Cutting plane



**Вспомните:**

- что такое разрез и сечение;
- как классифицируются разрезы;
- как изображаются сечение и разрез на чертеже.







## 7.1 Выбор программного обеспечения для выполнения сечений и разрезов 2D-объекта

Сечение и разрез являются неотъемлемыми элементами при проектировании объектов машиностроения, приборостроения, строительства и архитектуры. Их применяют для визуального отображения внутренней формы объекта, выявления его отдельных частей.

Сечение и разрез можно выполнить на плоскости (в 2D-режиме), применяя простые примитивы и стандартные условные обозначения. Также их можно получить путем автоматической генерации 3D-моделей в плоскостные объекты с помощью специальных функциональных возможностей компьютерных программ. В программах автоматизированного проектирования, таких как КОМПАС-3D, CATIA, SolidWorks, AutoCAD и др., подобные функциональные возможности заложены в систему. Принцип получения сечений и разрезов в таких программах примерно одинаков. Имеются некоторые отличия в изображении кнопок и названиях команд.

Рассмотрим пример использования программы КОМПАС-3D для построения усеченного геометрического тела. Такие построения применяют для наглядности изображения деталей.



Для отсечения части детали в КОМПАС-3D используется кнопка *Сечение*  на панели *Редактирование детали* . Возможны два способа построения:

- *Сечение поверхностью* ;
- *Сечение по эскизу* .

Рассмотрим второй способ – *Сечение по эскизу*, как более простой.

*Последовательность работы:*

1. Открыть модель из параграфа 5.4 (рисунок 5.28 б).
2. В качестве эскиза построить произвольный отрезок, вычерченный на фронтальной плоскости проекций основной линией и являющийся следом секущей плоскости (рисунок 7.1 а).

3. Часть модели удаляется перемещением указанного эскиза в направлении, которое показывается в окне модели в виде стрелки. Для изменения направления отсечения используется переключатель *Направление отсечения*  на вкладке *Параметры Панели свойств*. В данном примере – *Прямое направление*. После выбора направления отсечения нажать кнопку *Создать объект* . Усеченное геометрическое тело изображено на рисунке 7.1 б.



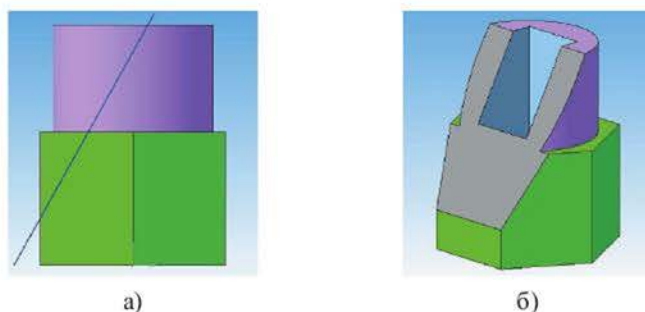


Рисунок 7.1 Эскиз секущей (а) и усеченное геометрическое тело (б)

4. Сохранить модель под именем «Усеченное тело».

5. Создать документ *Чертеж*. Для автоматической генерации видов с 3D-модели выбрать *Виды – Стандартные виды*. Разместить виды, как показано на рисунке 7.2.

6. Фигуру сечения заштриховать, нанести размеры, заполнить основную надпись.

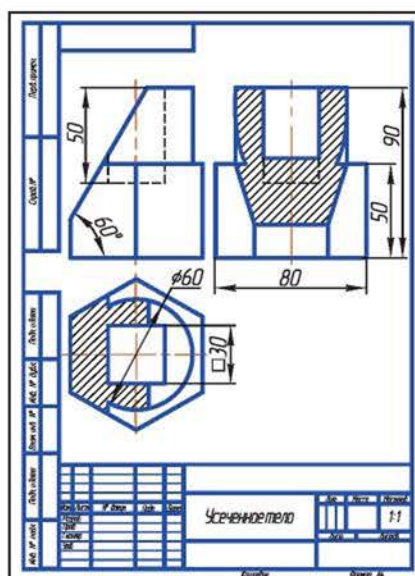


Рисунок 7.2 Ассоциативный чертеж усеченного тела

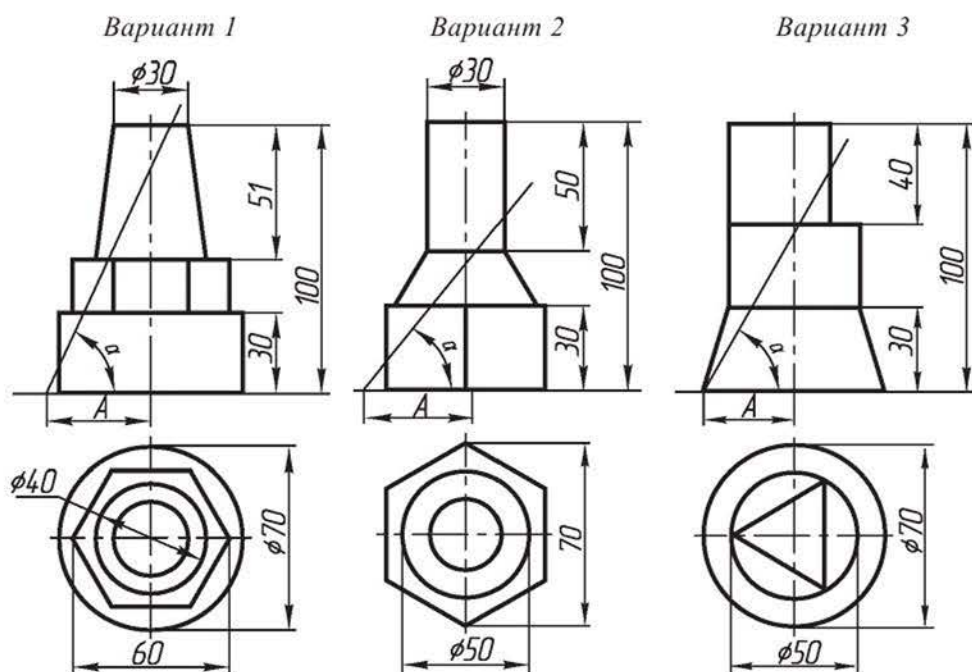
### Самостоятельная работа № 9

#### Уровень А

По варианту постройте твердотельную модель усеченного геометрического тела.

Параметры	Варианты		
	1	2	3
А, мм	40	35	40
α, °	65	50	60





### Уровень В

На листе формата А3 постройте три вида усеченной модели.

### Уровень С

Попробуйте выполнить задание, применив способ построения *Сечение по поверхности*.

### Поисково-исследовательская работа

Пользуясь возможностями Интернета, найдите и проанализируйте, как выполняются разрез и сечение в программах SolidWorks, AutoCAD. Обсудите результаты исследования в классе.

## 7.2 Приемы твердотельного моделирования для образования сечений и разрезов

Рассмотрим основные приемы твердотельного моделирования в программе КОМПАС-3D для образования сечений и разрезов деталей на нескольких примерах.

*Пример 1.* Выполнить чертеж детали «Вилка» по 3D-модели с горизонтальным разрезом. Размеры детали показаны на рисунке 7.3.

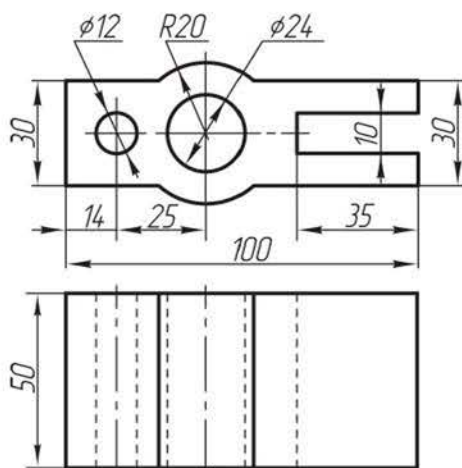


Рисунок 7.3 Деталь «Вилка»

*Последовательность работы:*

1. Создать документ *Деталь*.
2. В плоскости XY построить эскиз (рисунок 7.4).

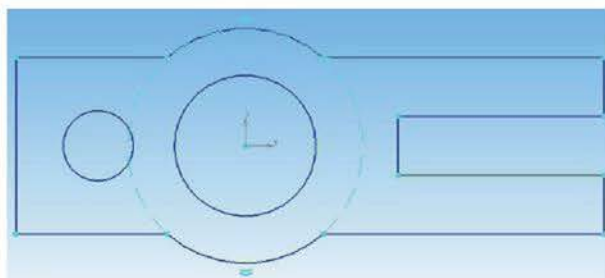


Рисунок 7.4 Эскиз для операции *Выдавливания*

3. Применить операцию *Выдавливания* в средней плоскости на 50 мм (рисунок 7.5). 3D-модель детали «Вилка» изображена на рисунке 7.6.

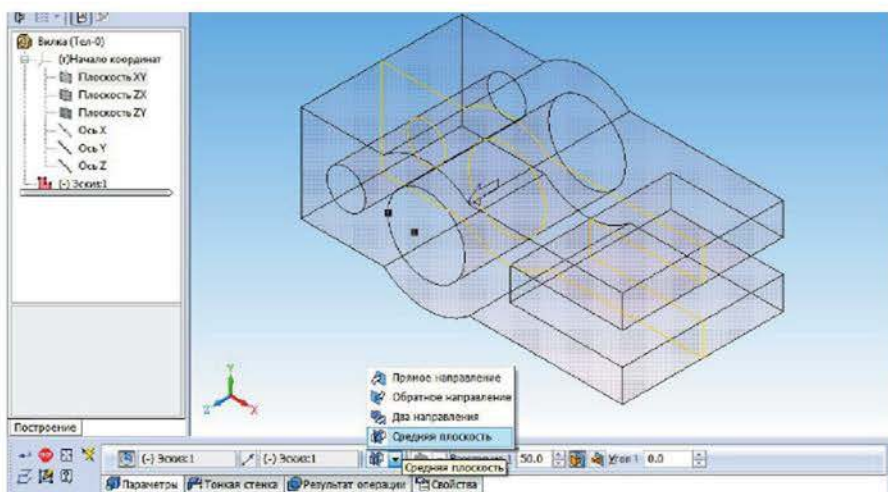
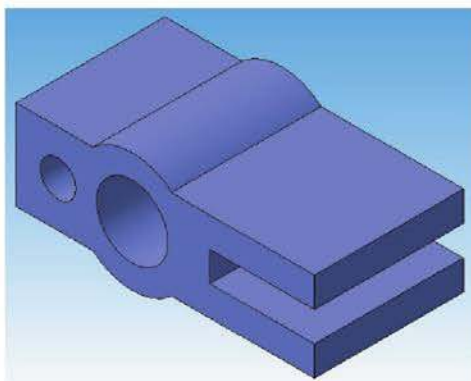



Рисунок 7.5 Операция *Выдавливания*

Рисунок 7.6 3D-модель детали «Вилка»

4. Сохранить модель под именем «Вилка».

5. Создать документ *Чертеж*. Для автоматической генерации видов с 3D-модели выбрать *Виды – Стандартные виды* . В предложенной системной схеме видов (рисунок 7.7 а) отключить ненужные, оставив главный вид (рисунок 7.7 б). Нажать ОК и разместить вид в верхней части чертежа.

6. В инструментальной панели *Обозначения*  выбрать команду *Линия разреза* , провести линию разреза вдоль горизонтальной оси детали и расположить разрез под главным видом (рисунок 7.8 а).

7. Далее разрушить главный вид. Для этого следует нажать ЛК мыши на штриховую рамку, окружающую вид. Затем ПК мыши, выбрав в контекстном меню опцию *Разрушить вид*.

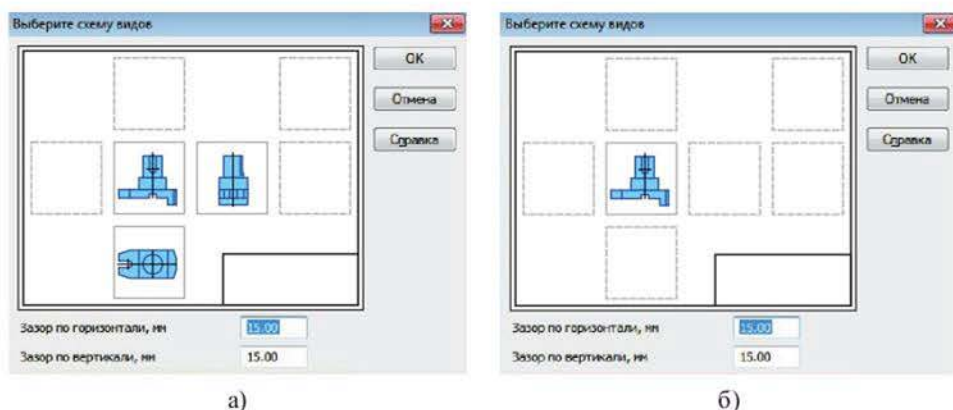


Рисунок 7.7 Схема видов, предложенная системой (а), и главный вид (б)

8. Построить оси, проставить размеры, заполнить основную надпись. Чертеж детали «Вилка» с горизонтальным разрезом изображен на рисунке 7.8 б.

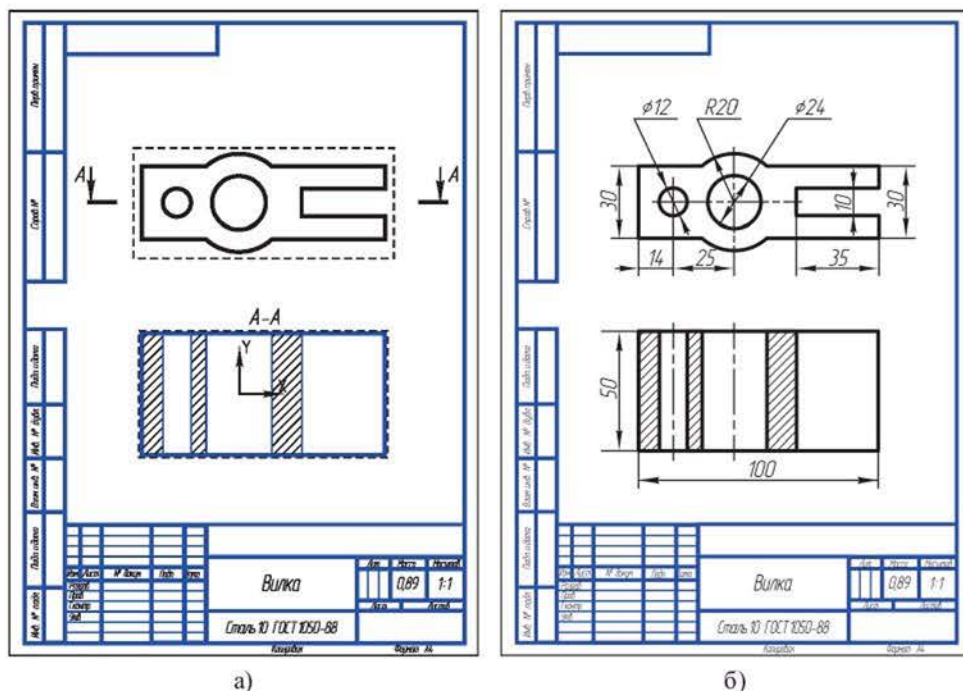


Рисунок 7.8 Выполнение горизонтального разреза (а);  
чертеж детали «Вилка» (б)

*Пример 2.* Выполнить чертеж детали «Вал» по 3D-модели и три вынесенных сечения. Размеры детали показаны на рисунке 7.9.

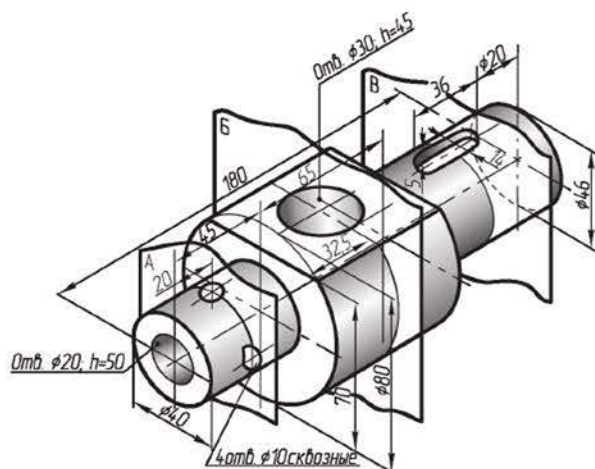


Рисунок 7.9 Деталь «Вал»

Последовательность работы:

1. Создать документ *Деталь*.
2. В плоскости XY построить эскиз (рисунок 7.10).

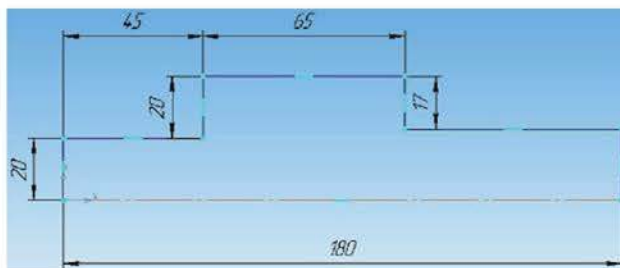


Рисунок 7.10 Эскиз для операции *Вращения*

3. Применить операцию *Вращения*, тип построения – *Сфероид*, без тонкой стенки (рисунок 7.11).

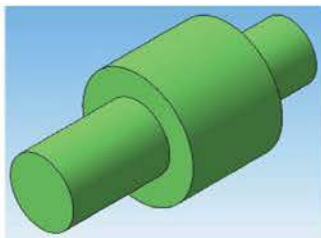



Рисунок 7.11 Результат операции *Вращения*

4. На ступени вала длиной 45 мм построить отверстия диаметром 10 мм. Для этого в *Дереве модели* выбрать плоскость ZX, в панели инструментов

Вспомогательная геометрия выбрать *Смещенная плоскость* , задать расстояние 20 мм от ZX. На новой плоскости построить эскиз окружности, как показано на рисунке 7.12 а. Вырезать эскиз выдавливанием *Через все* (рисунок 7.12 б).

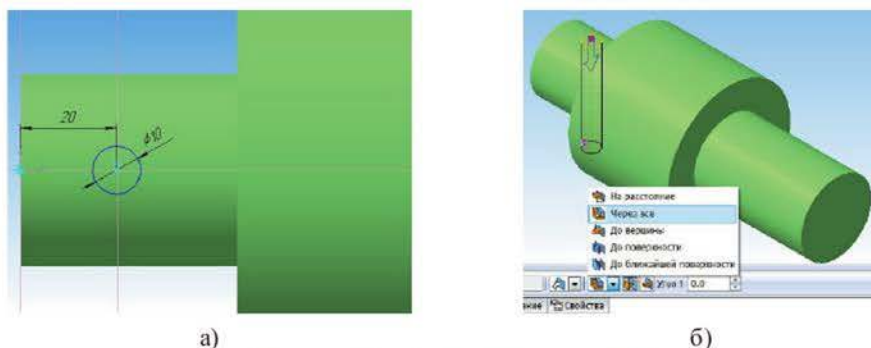


Рисунок 7.12 Эскиз окружности (а) и опция *Через все* операции *Вырезать выдавливанием* (б)

5. Второе сквозное отверстие диаметром 10 мм выполнить аналогично, построив эскиз на плоскости XY и вырезав его выдавливанием в средней плоскости (рисунок 7.13 а).

6. Вырезать выдавливанием отверстие диаметром 20 мм, глубиной 50 мм, предварительно построив эскиз окружности на плоскости ZY (торцевой поверхности первой ступени вала). Результат построений показан на рисунке 7.13 б.

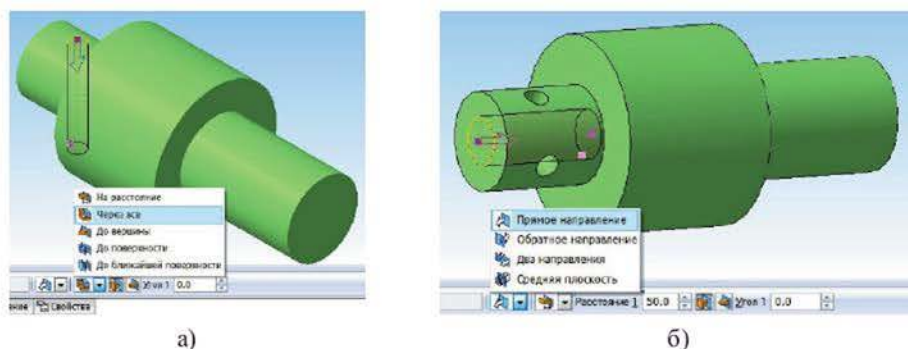


Рисунок 7.13 Вырезание сквозного отверстия (а) и торцевого отверстия (б)

7. Создать *лыску* (плоский срез с поверхности детали цилиндрической, конической или сферической формы, расположенный параллельно оси) на средней ступени вала. Для этого вырезать выдавливанием *Через все* эскиз, построенный на торцевой поверхности ступени (рисунок 7.14).

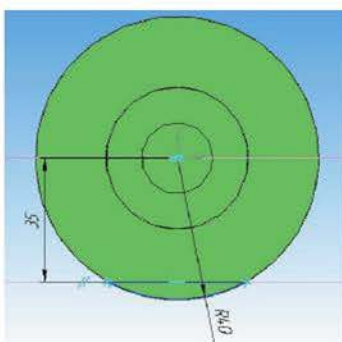
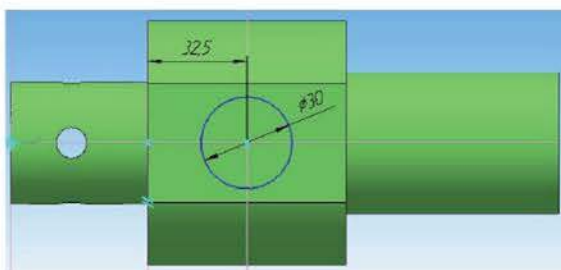
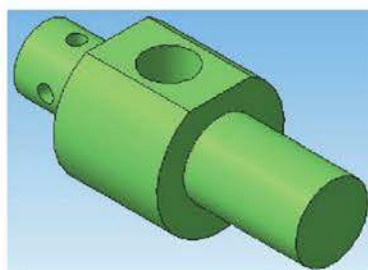


Рисунок 7.14 Эскиз для создания лыски на средней ступени вала

8. На поверхности лыски вырезать выдавливанием отверстие диаметром 30 мм и глубиной 45 мм (рисунок 7.15 а, б).



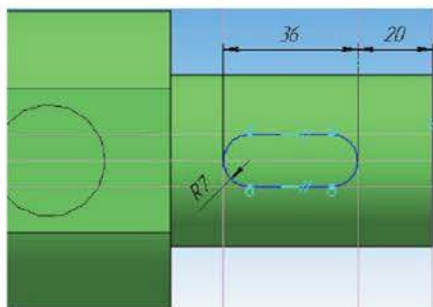
а)



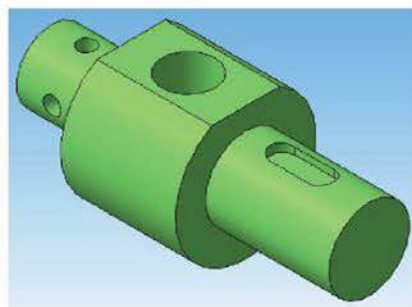
б)

Рисунок 7.15 Эскиз (а) и отверстие на поверхности лыски (б)

9. На последней ступени вала вырезать шпоночный паз глубиной 5 мм. Эскиз паза (рисунок 7.16 а) строить на предварительно созданной *Смещенной плоскости*, расположенной на расстоянии 23 мм относительно плоскости ZX. Результат построений показан на рисунке 7.16 б.



а)





б)

Рисунок 7.16 Эскиз шпоночного паза (а) и результат выреза паза (б)



10. Сохранить деталь под именем «Вал».

11. Создать документ *Чертеж* форматом А3 горизонтальной ориентации. Для автоматической генерации видов с 3D-модели выбрать *Виды – Стандартные виды* . В предложенной системой схеме видов оставить только главный вид с невидимыми линиями (для этого на вкладке *Линии Панели свойств* включить кнопку *Показывать невидимые линии*). Нажать ОК и разместить вид (рисунок 7.17 а) в верхней части чертежа слева.

12. С помощью вспомогательной *Вертикальной прямой*  наметить секущие плоскости (рисунок 7.17 б).

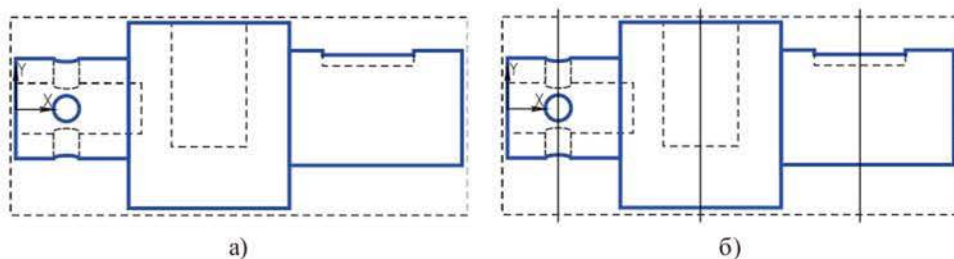





Рисунок 7.17 Главный вид детали «Вал» (а);  
разметка для построения секущих плоскостей (б)

13. Для построения первого сечения А-А на панели *Обозначения* выбрать кнопку *Линия разреза*, указать начальную и конечную точки сечения, щелкнуть ЛК мышки. На *Панели свойств* отключить *Проекционную связь* , нажать кнопку *Разрез*  и разместить разрез точно по линии сечения. Аналогично построить второе сечение Б-Б (рисунок 7.18). Выполнить третье сечение и расположить его на месте вида слева, в проекционной связи с главным видом. На *Панели свойств* нажать кнопку *Сечение модели* .

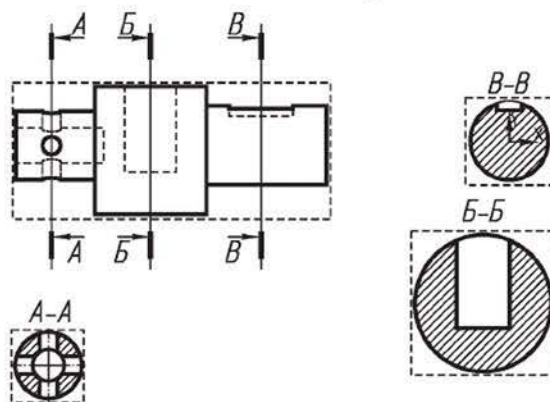


Рисунок 7.18 Результат построения сечений



14. Отредактировать первое сечение. Разрушить разрез  $A-A$  и удалить буквенное обозначение линии сечения. Провести осевую линию – след секущей плоскости. Проставить размеры и осевые линии. Результат построений показан на рисунке 7.19.

15. Самостоятельно преобразуйте чертеж детали «Вал» (рисунок 7.19) так, чтобы была видна форма шпоночного паза. Обоснуйте выполненные преобразования.

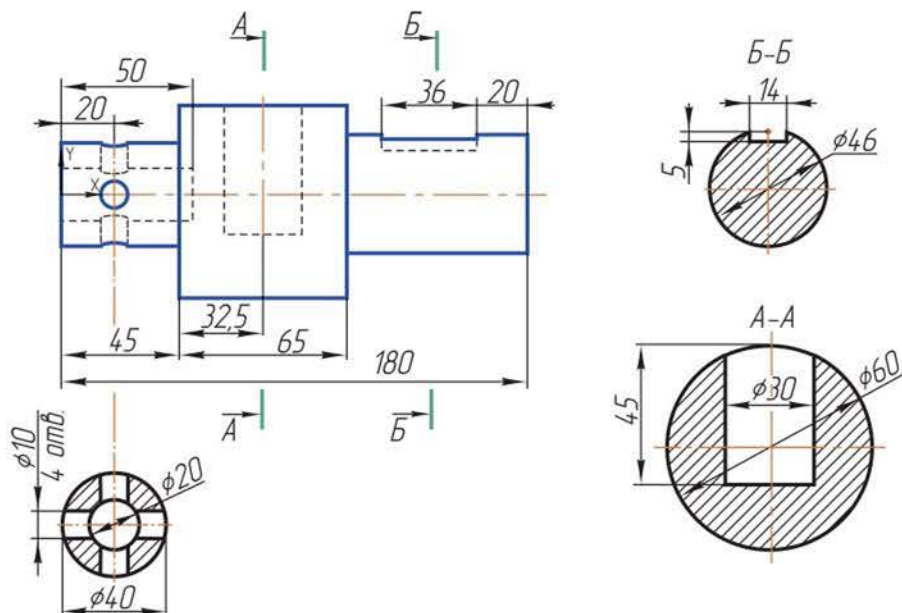


Рисунок 7.19 Чертеж детали «Вал»

Изучив материал раздела, вы узнали основные инструменты растровых и векторных программ для создания 3D-модели, научились применять операции твердотельного и поверхностного моделирования, выполнять сечения и разрезы, а также текстурировать изображение.



### Контрольные вопросы

1. Расскажите, с какими новыми инструментами вы ознакомились в главе.
2. Объясните, имеется ли разница при выполнении сечения и разреза в программах AutoCAD и КОМПАС-3D. Если есть, то какая?
3. На примере задания, которое вы выполняли самостоятельно, опишите порядок построения усеченного геометрического тела в КОМПАС-3D.
4. Как определяется количество необходимых видов, сечений и разрезов на чертеже? Обоснуйте ответ.

## РАЗДЕЛ 3 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

## Глава 8 Преобразование вида и состава изображений

**Вы научитесь:**

- выполнять 2D- и 3D-объекты в графическом редакторе с изменением вида и состава изображений или с изменением масштаба изображения.

**Ключевые слова**

Вид	Көрініс	View
Преобразование	Түрлендіру	Transformation
Состав изображений	Кескіндер құрамы	Image composition
Расположение видов	Көріністердің орналасуы	Layout of views

**Вспомните:**

- виды и их расположение на чертеже согласно стандарту;
- что такое преобразование;
- как увеличить 2D-объект.



В программе КОМПАС-3D изображения проектируемого объекта можно преобразовать на чертеже двумя способами:

1) построением с помощью примитивов (отрезок, дуга, окружность, вспомогательная линия и др.);

2) применением функционала автоматической генерации 3D-модели в 2D-объекты, что дает возможность представить чертеж модели во всех видах, установленных стандартом.

Рассмотрим подробнее второй способ. Для этого на инструментальной панели *Обозначения* требуется вызвать команду *Виды*, выбрав опцию *Стандартные виды*. После выбора 3D-модели активизируется окно выбора схемы видов (рисунок 8.1), на котором можно выбрать необходимые виды и отключить лишние нажатием ЛК мыши. Там же можно указать расстояние между расположением видов на чертеже по вертикали и горизонтали.

В *Панели свойств* можно выбрать ориентацию главного вида (рисунок 8.2 а), изменить масштаб отрисовки видов (рисунок 8.2 б), на вкладке *Линии* включить или отключить режим *Показывать невидимые линии* (рисунок 8.2 в).

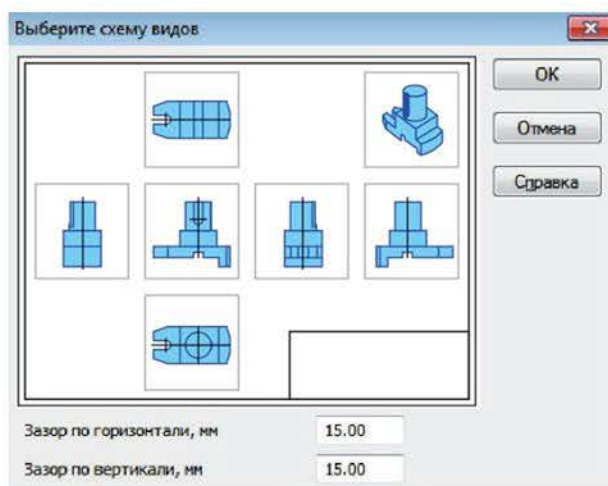


Рисунок 8.1 Схема видов

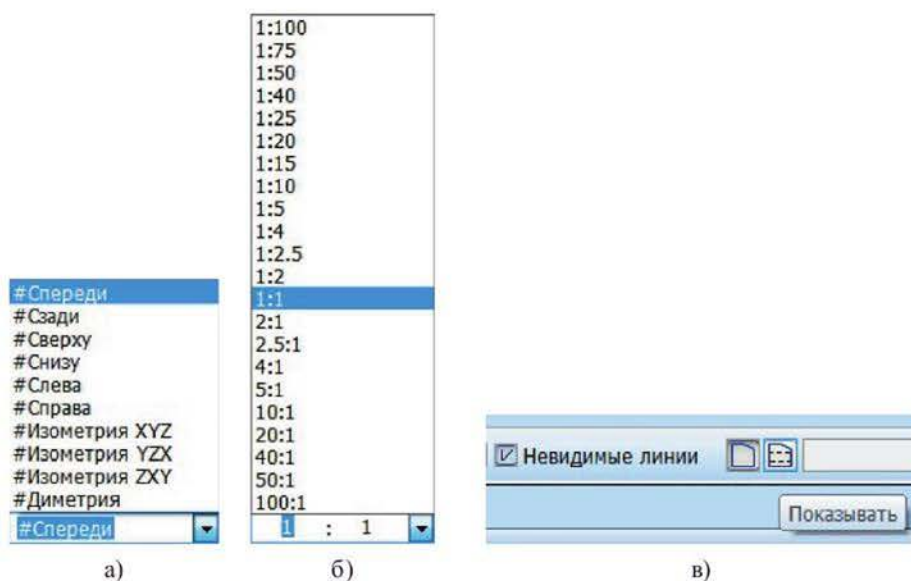


Рисунок 8.2 Настройка параметров видов на *Панели свойств*

Выберем для примера модель из параграфа 5.4, включив все предлагаемые системой виды, не изменяя масштаб. Результат расположения видов на чертеже с ориентацией главного вида *#Спереди* показан на рисунке 8.3.

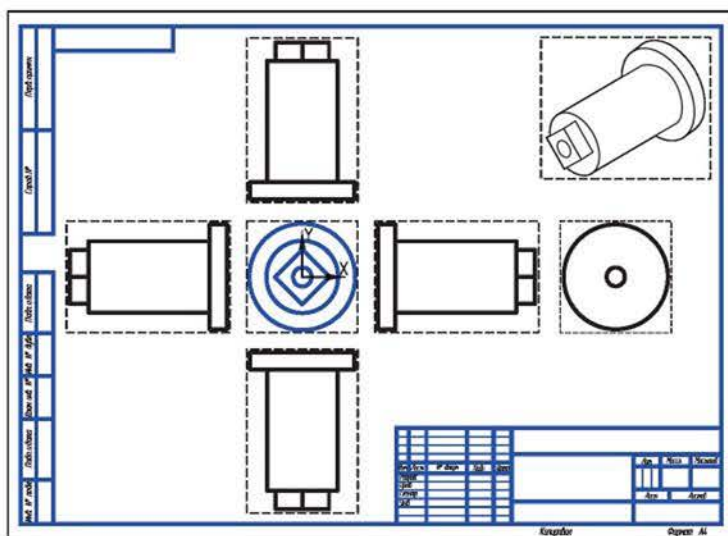


Рисунок 8.3 Расположение видов с 3D-модели на чертеже

Изменим формат чертежа (A3), ориентацию главного вида (#Сзади), отключим ненужные виды, увеличим масштаб изображения видов (2:1) и включим невидимые линии. Изображение видов после преобразований показано на рисунке 8.4.

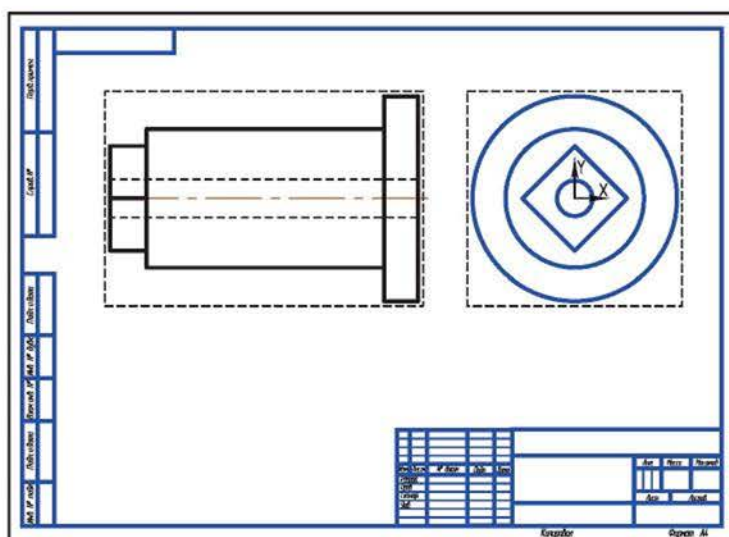


Рисунок 8.4 Изображение видов после преобразований

Далее наносим оси и проставляем необходимые размеры.

На рисунке 8.5 показана 3D-модель детали, полученная применением операций *Вращение*, *Выдавливание*, *Вырезать выдавливанием*. По 3D-модели получены виды, построена линия сечения, автоматически сгенерировано наклонное сечение *A-A*. Поэтапное построение показано в электронном приложении.

Изучив раздел, вы научились выполнять чертежи 2D- и 3D-объектов в графическом редакторе КОМПАС-3D с изменением вида и состава изображения.

### Самостоятельная работа № 10

Выполните задания в соответствии с уровнем и вариантом. Формат чертежа и масштаб изображения подберите самостоятельно. Пример выполнения задания показан на рисунке 8.5.

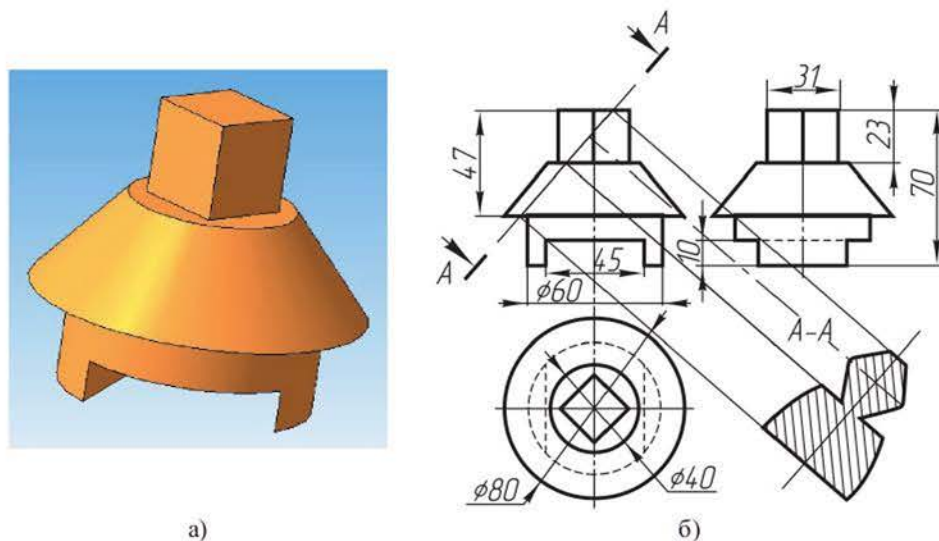
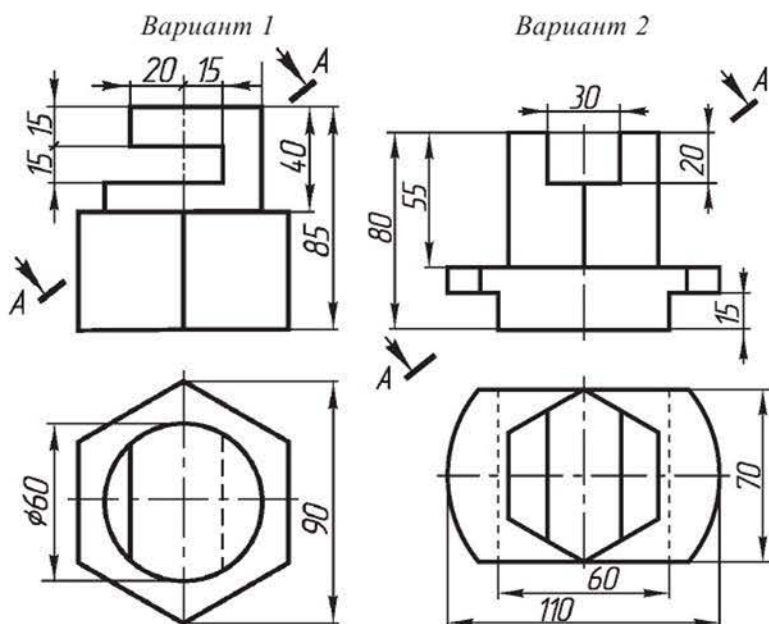


Рисунок 8.5 3D-модель (а) и чертеж с наклонным сечением (б)

### Уровень А

Создайте 3D-модель и постройте ассоциативный чертеж. Нанесите размеры.



**Уровень В**

Создайте 3D-модель и постройте ассоциативный чертеж. Нанесите размеры. Выполните наклонное сечение.

**Уровень С**

Создайте 3D-модель и постройте ассоциативный чертеж. Нанесите размеры. Выполните наклонное сечение. Дополните конструкцию сквозным отверстием.

**Контрольные вопросы**

1. Сопоставьте способы преобразования вида и состава изображений в графическом редакторе КОМПАС-3D.
2. Опишите последовательность автоматической генерации видов в чертеж по 3D-модели.
3. Объясните, какие настройки можно выполнить в *Панели свойств* команды *Стандартные виды*.
4. Расскажите, как и для чего устанавливаются расстояния между видами в окне выбора схемы видов.



## РАЗДЕЛ 4 ФОРМООБРАЗОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

## Глава 9 Развертка поверхностей

**Вы научитесь:**

- вычерчивать развертки простых геометрических тел и кривых поверхностей средствами компьютерной графики.

**Ключевые слова**

Развертка	Жазба	Scan
Сгиб	Бүгу	Folding
Листовое тело	Табақтық дене	Sheet body
Грань	Жақ	Face
Ребро	Қыр	Edge

**Вспомните:**

- что такое развертка;
- как выполняется развертка пирамиды, призмы, цилиндрических и конических поверхностей;
- в чем особенность выполнения развертки сферы;
- чем отличаются точные, приближенные и условные развертки.

Построение разверток имеет большое значение для производств, продукция которых изготавливается из листового материала: авиа- и автомобилестроение, судостроение, легкая промышленность и др.

Применение современных компьютерных программ выполнения разверток и раскроя материала облегчает проектировщикам решение технико-экономических задач, так как от точности построения развертки зависят качество изделия и его стоимость.

В КОМПАС-3D развертки можно построить тремя способами:

- 1) с помощью геометрических построений в 2D-режиме («ручной способ» графическими примитивами);
- 2) используя Менеджер библиотек «Оборудование: Развертки», в котором развертки некоторых тел вращения строятся автоматически;
- 3) применяя панель инструментов *Листовое тело*, где по 3D-модели развертка листовых деталей также генерируется автоматически.

Рассмотрим построение разверток вторым и третьим способами как наиболее перспективными.

*Построение развертки сферы с помощью Менеджера библиотек «Оборудование: Развертки»*



1. Создать документ *Деталь*.
2. На плоскости XY построить эскиз полукруга радиусом 30 мм (рисунок 9.1). Выйти из режима *Эскиз*.

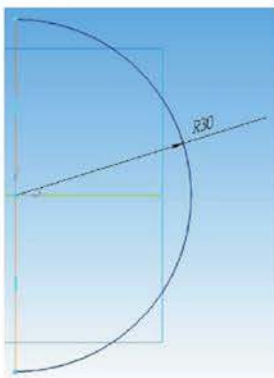


Рисунок 9.1 Эскиз для построения сферической поверхности

3. На панели инструментов *Поверхности* выбрать команду *Поверхность вращения*, в Панели свойств: тип – *Сфероид*, угол  $360^\circ$  (рисунок 9.2).

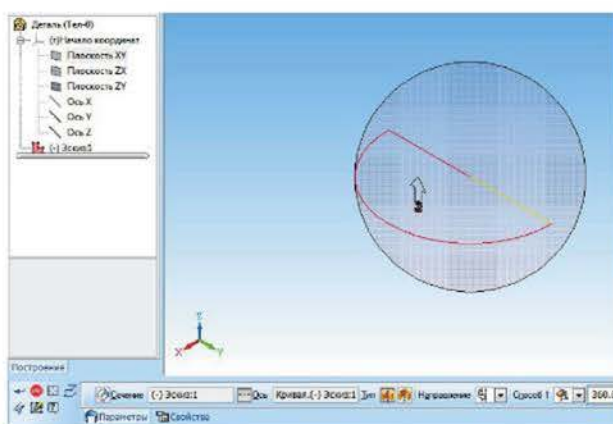




Рисунок 9.2 Построение сферической поверхности

4. В *Менеджере библиотек* подключить библиотеку *Оборудование: Развертки* (рисунок 9.3).



Рисунок 9.3 Подключение библиотеки *Оборудование: Развертки*

5. В раскрывшемся окне разверток нажать на кнопку *Развертка поверхности* . Нажать кнопку *Создать объект*  и указать ЛК мыши на

сферическую поверхность. В окне  выбрать *Чертеж* и нажать кнопку *Создать объект* .

На запрос системы ввести количество сегментов, на которое будет разделена поверхность. В нашем случае 12 (рисунок 9.4). Нажать ОК.

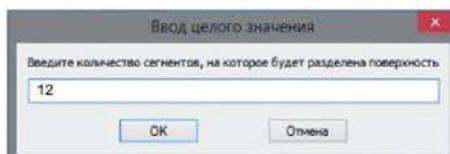


Рисунок 9.4 Ввод количества сегментов, на которое будет разделена поверхность

6. Система выполнит автоматическую генерацию чертежа развертки. Остается только вычертить осевые линии, проставить размеры и заполнить основную надпись (рисунок 9.5).

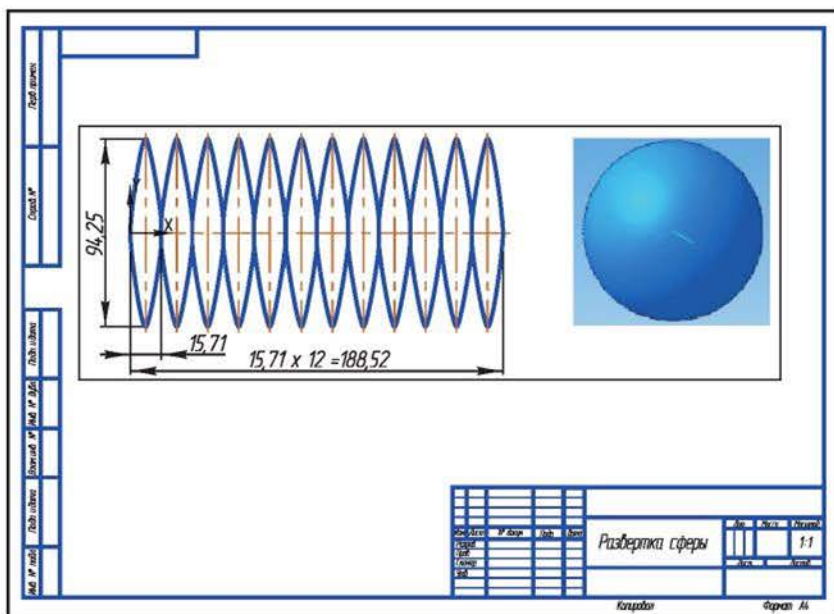


Рисунок 9.5 Чертеж развертки сферической поверхности

Построение развертки детали «Короб» с помощью команд панели инструментов *Листовое тело*

Примеры листовых тел изображены на рисунке 9.6. Это модели, полученные из листового материала с помощью гибки.

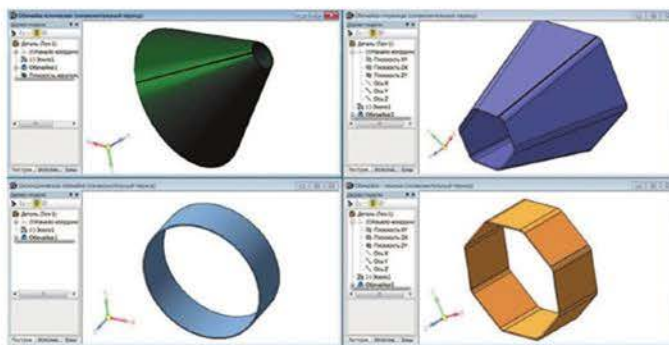



Рисунок 9.6 Примеры листовых тел

Рассмотрим алгоритм (последовательность) построения развертки листового тела.

Деталь «Короб» имеет основание в виде пятиугольника высотой 100 мм и толщину стенки 1 мм.

1. Создать документ *Деталь*.
2. На плоскости XY построить эскиз основания призмы командой *Многоугольник*  с количеством вершин 5 по описанной окружности  $\varnothing 150$  мм (рисунок 9.7).

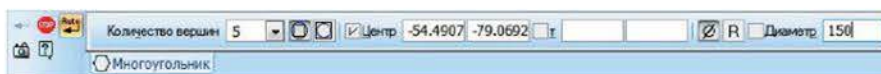

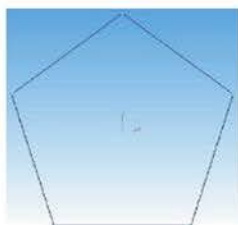
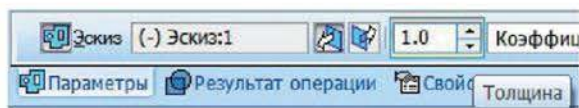


Рисунок 9.7 Панель свойств с заданием параметров многоугольника

3. После выхода из режима *Эскиз* (рисунок 9.8 а), выбрать команду *Листовое тело* , в *Панели свойств* задать толщину основания 1 мм (рисунок 9.8 б).




а)



б)

Рисунок 9.8 Эскиз многоугольника (а) и задание толщины основания на *Панели свойств* (б)

4. Для выполнения граней нажать кнопку *Сгиб* . В *Панели свойств* указать ребро, по которому наращивается грань (рисунок 9.9), задать параметры сгиба: *направление* – прямое; *длина* – 100 мм; *радиус сгиба* – 1 мм (рисунок 9.10).

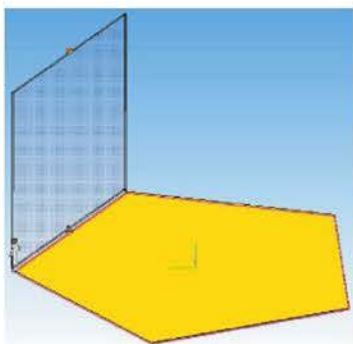


Рисунок 9.9 Построение грани вдоль ребра основания



Рисунок 9.10 *Панель свойств* инструмента *Сгиб*

5. Аналогичные построения выполнить для остальных четырех граней. Результат изображен на рисунке 9.11.

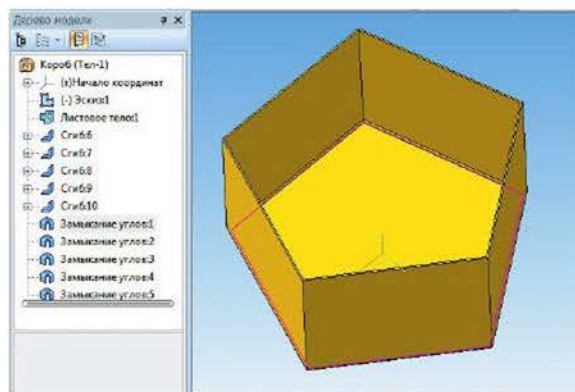


Рисунок 9.11 Модель детали «Короб»

6. Далее выполнить команду *Замыкание углов* . В *Панели свойств* представлено несколько способов. Для ребер короба выбрать *Плотное замыкание*  и для углов основания короба – *Стык по кромке*  (рисунок 9.12). Результат операции показан на рисунке 9.13.

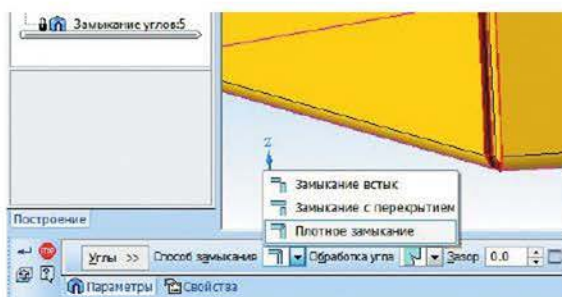


Рисунок 9.12 Выполнение команды *Замыкание углов*

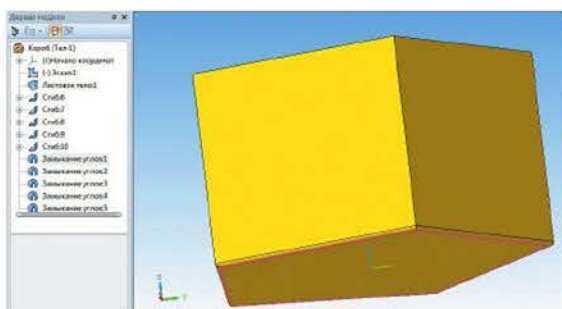




Рисунок 9.13 3D-модель детали «Короб»

7. Для создания развертки короба вызвать команду  **Параметры развертки**. На *Панели свойств* указать в качестве неподвижной грани модели ее основание (рисунок 9.14), нажать кнопку *Создать объект* .

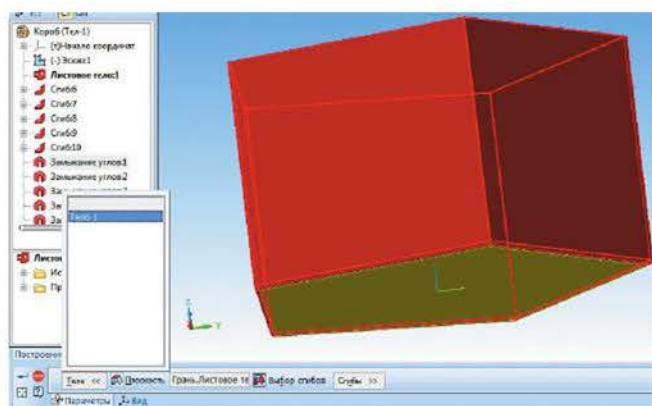




Рисунок 9.14 Выбор неподвижной грани модели

8. С помощью инструмента  **Развертка** система автоматически сформирует модели развертки листовой детали «Короб» (рисунок 9.15). При повтор-

ном нажатии на кнопку  Развертка фигура примет начальный вид (рисунок 9.13).

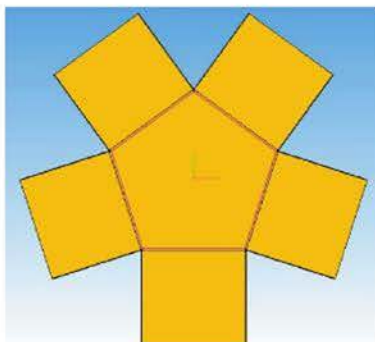


Рисунок 9.15 Развертка листовой детали «Короб»

На материале раздела вы убедились, насколько просто и быстро выполняется развертка геометрических тел средствами компьютерной графики.

### **Самостоятельная работа № 11**

#### **Уровень А**

Постройте 3D-модель и развертку конуса. Проставьте размеры произвольно. Обоснуйте выбранный способ построения.

#### **Уровень В**

Постройте 3D-модель и развертку пирамиды. Проставьте размеры произвольно. Обоснуйте выбранный способ построения.

#### **Уровень С**

Постройте 3D-модель и развертку тора. Проставьте размеры произвольно. Обоснуйте выбранный способ построения.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните, для чего необходимо выполнять развертки проектируемых объектов различного назначения. Приведите примеры.
2. Перечислите способы создания развертки в графическом редакторе КОМПАС-3D.
3. Является ли развертка модели способом визуализации? Аргументируйте свои доводы.
4. Опишите особенности команд панели инструментов *Листовое тело* в КОМПАС-3D.

## РАЗДЕЛ 5 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФОРМЫ

## Глава 10 Преобразование формы предмета

**Вы научитесь:**

- выполнять преобразование 3D-модели методом выдавливания и удаления частей.


**Ключевые слова**

Удаление частей	Бөліктерді жою	Parts removal
Выдавливание	Өсіру	Extrusion
Перемещение	Жылжыту	Movement

**Вспомните:**

- приемы преобразования формы предмета;
- какие команды КОМПАС-3D используют для наращивания и удаления частей предмета.



При построении 3D-моделей в графических программах выполняют различные приемы и операции: *Выдавливания, Вырезания выдавливанием, Вырезания вращением* и др., при которых преобразуется форма предмета. В КОМПАС-3D команды этих операций находятся на панели инструментов **Редактирование детали** .

По построенной 3D-модели в современных программах (AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D и др.) осуществляется автоматическая генерация чертежа. При этом система предлагает все возможные варианты изображения видов. Пользователь-проектировщик должен учитывать, что количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но достаточным для однозначного выявления внешних и внутренних форм и очертаний детали, а также для нанесения размеров всех элементов детали, необходимых для ее изготовления и контроля.

Рассмотрим примеры построения изображений и нанесения размеров в зависимости от некоторых преобразований формы предмета.

*Пример 1.* Модель состоит из цилиндра, усеченного конуса и шара, расположенных на одной оси (рисунок 10.1 а). В качестве главного вида принимается проекция детали на плоскость, параллельную ее оси (рисунок 10.1 б). Данное изображение полностью определяет форму и размеры детали.

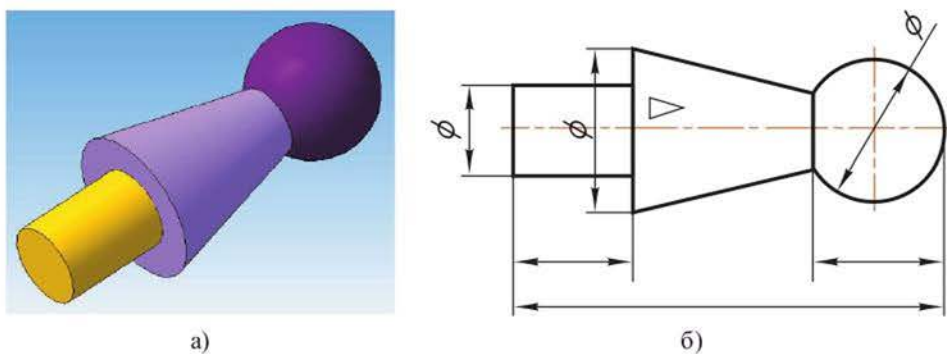


Рисунок 10.1 3D-модель (а) и чертеж детали (б)

*Пример 2.* Форма модели преобразована заменой цилиндрической части на параллелепипед с квадратным основанием (рисунок 10.2 а). Для однозначного определения формы и размеров торцевой поверхности выполнен вид А, на который наносится размер «под ключ» (рисунок 10.2 б).

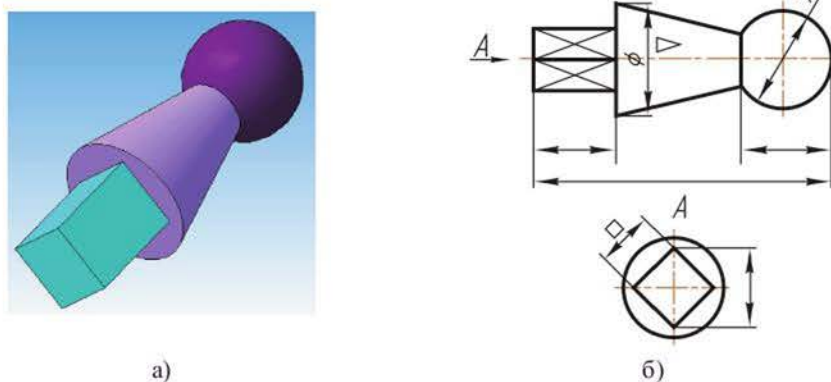


Рисунок 10.2 3D-модель (а) и чертеж детали (б)

*Пример 3.* Форма модели преобразована отсеканием симметричных частей у шара и вырезанием отверстия (рисунок 10.3 а). Существует несколько способов выполнения чертежа. Наиболее рациональным (с минимальным количеством построений) является следующий: мысленно повернуть деталь вокруг ее оси на  $90^\circ$  и в шаровой поверхности детали выполнить местный разрез (рисунок 10.3 б).



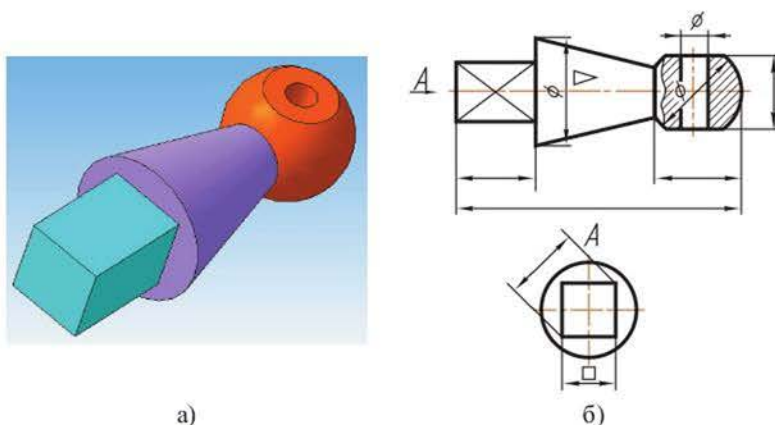


Рисунок 10.3 3D-модель (а) и чертеж детали (б)

**Самостоятельная работа № 12****Уровень А**

Постройте 3D-модель детали, форма которой преобразована вырезанием отверстия в ее призматической части (рисунок 10.4). Размеры задайте произвольно, соблюдая пропорции. По 3D-модели постройте ассоциативный чертеж, подобрав формат чертежа и масштаб изображения. Проставьте размеры. Заполните основную надпись.

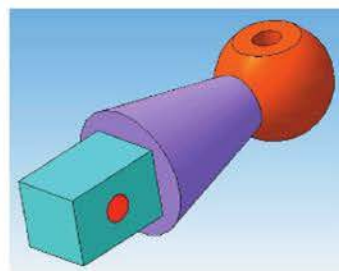


Рисунок 10.4 3D-модель

**Уровень В**

Постройте 3D-модель, форма которой преобразована вырезанием отверстия в призматической части детали и добавлением цилиндра между призмой и усеченным конусом (рисунок 10.5). Размеры задайте произвольно, соблюдая пропорции. По 3D-модели постройте ассоциативный чертеж, подобрав формат чертежа и масштаб изображения. Проставьте размеры. Заполните основную надпись.

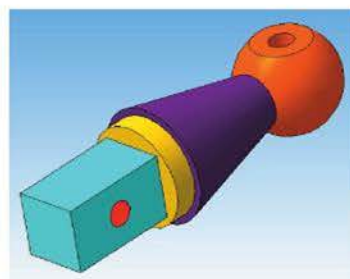


Рисунок 10.5 3D-модель

**Уровень С**

Предложите преобразование формы модели (рисунок 10.5). Исследуйте, как изменится изображение, оформив чертеж. Размеры задайте произвольно, соблюдая пропорции.





### Контрольные вопросы

1. Опишите способы преобразования формы 3D-модели средствами компьютерной графики.
2. Разъясните функции инструментов КОМПАС-3D, с помощью которых преобразуется форма предмета.
3. Обоснуйте применяемые инструменты преобразования формы 3D-модели, выполненной в самостоятельной работе №12.

## Глава 11 Преобразование пространственного положения предмета и его частей

### **Вы научитесь:**

- выполнять преобразование 3D-модели путем перемещения частей.

### **Ключевые слова**



Пространственное положение	Keңістіктік жағдай	Spatial position
Поворачивать	Бұру	Turn

### **Вспомните:**

- приемы преобразования пространственного положения предмета и его частей.

Современные графические программы имеют обширные функции для преобразования пространственного положения предмета и его частей:

- при плоскостных построениях – сдвиг, поворот, масштабирование, симметрия, копия по сетке или окружности, деформация и др.;
- в 3D-моделировании – масштабирование, изменить положение, по сечениям, зеркальный массив и др.

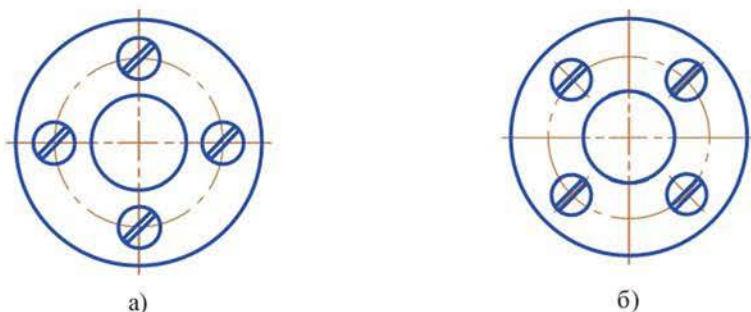





Рисунок 11.1 Исходное расположение четырех винтов (а) и результат операции *Поворот* на  $45^\circ$  (б)

Рассмотрим некоторые преобразования пространственного положения предмета и его частей в КОМПАС-3D.

1) Поворот предварительно выделенных объектов на заданный угол выполняется командой *Поворот*  на панели инструментов *Редактирование*  (рисунок 11.1 а, б).

2) Изменение пространственного положения выделенного объекта командой *Копия по окружности* из панели инструментов *Редактирование* . В *Панели свойств* указываются центр (0;0) и направление копирования (против часовой стрелки), угол поворота  $60^\circ$  и количество копий – 3 (рисунок 11.2).

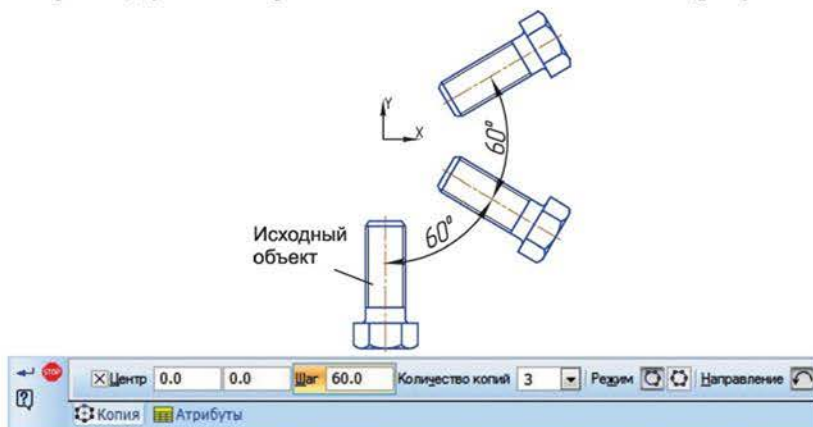



Рисунок 11.2 Изменение пространственного положения болта с копированием в режиме *Оставить исходные объекты*

3) Удаление части объекта командой *Усечь кривую* на панели инструментов *Редактирование*  (рисунок 11.3 а, б).

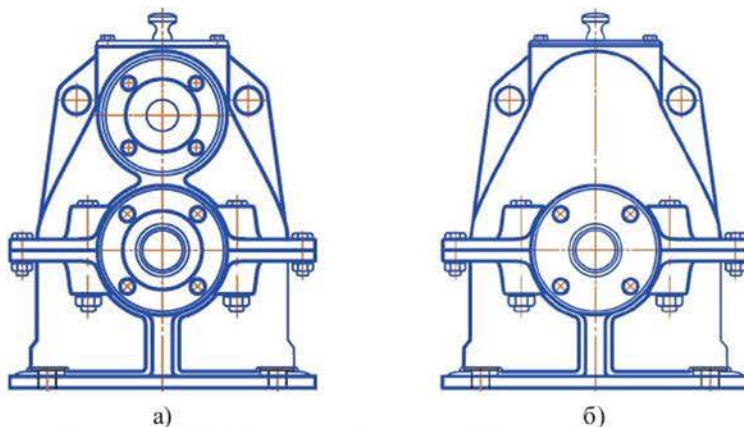




Рисунок 11.3 Объект до (а) и после (б) преобразования

4) Изменение части предмета командой *Деформация сдвигом*  на панели инструментов *Редактирование* . Выделить рамкой участок объекта, который подлежит деформации. В *Панели свойств* указать *Сдвиг по оси X* и *Сдвиг по оси Y*. На рисунке 11.4 а изображен исходный объект. После деформации по оси X среднего участка на 15 мм (выделить рамкой 1) и крайнего слева участка на 5 мм (выделить рамкой 2) объект принял форму, показанную на рисунке 11.4 б. *Сдвиг по оси Y* для обоих случаев равен нулю.

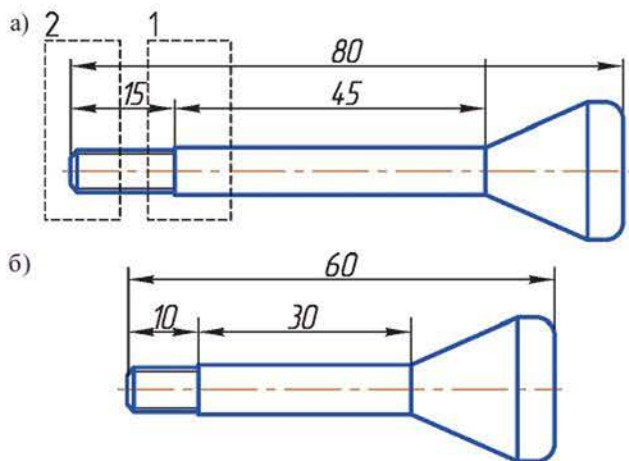




Рисунок 11.4 Исходный объект (а) и объект после деформации (б)

5) Преобразование пространственного положения 3D-модели (перемещение ее относительно начала координат). Выполняется командой *Изменить положение*  на панели инструментов *Редактирование детали* . В *Панели свойств* осуществляется выбор объекта для преобразования. На вкладке *Параметры* указываются параметры перемещения по координатам  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . На рисунке 11.5 изображено начальное положение  $(0; 0; 0)$  розового куба и его измененное положение  $(-100; 0; 0)$  – куб, окрашенный в бирюзовый цвет, в режиме *Оставлять исходные объекты*.

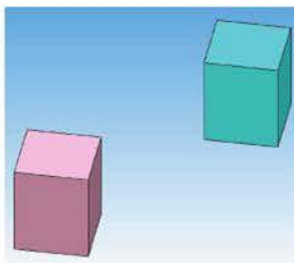





Рисунок 11.5 Преобразование пространственного положения 3D-модели командой *Изменить положение*

б) Применение команды *Зеркальный массив*  на панели инструментов *Массивы*  относительно плоскости ZY изменяет форму исходного куба (рисунок 11.6 а). В свою очередь, применение к новому объекту операции *Массив по концентрической сетке*  изменит его пространственное положение (рисунок 11.6 б).

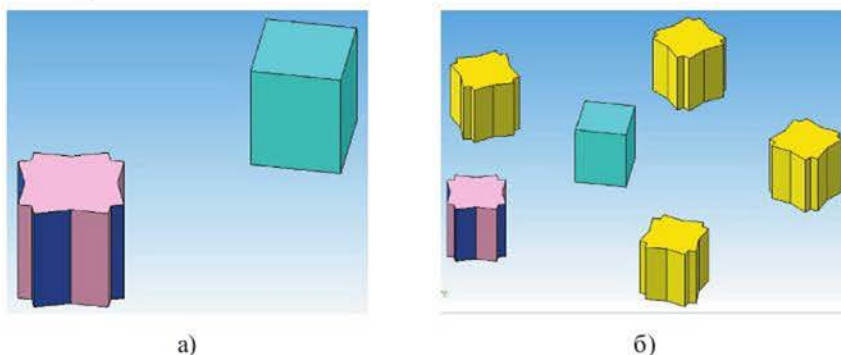






Рисунок 11.6 Изменение формы 3D-модели (а);  
изменение пространственного положения 3D-модели (б)

Изучив раздел, вы приобрели навыки преобразования формы и пространственного положения 3D-модели с помощью специальных операций графического редактора.

### Поисково-исследовательская работа

1. Попробуйте на практике применить команды панелей инструментов *Редактирование*  и *Редактирование детали*  для преобразования пространственного положения произвольного предмета и его частей. Обсудите с классом.
2. В какую сторону переместится исходный куб (рисунок 11.5) по команде *Изменить положение* , если в *Панели свойств* указать параметры перемещения по координатам: (0; -150; 0) и (0; 0; 200)?
3. При выполнении операции *Массив по концентрической сетке*  (рисунок 11.6 б) что было принято в качестве *Оси массива*?

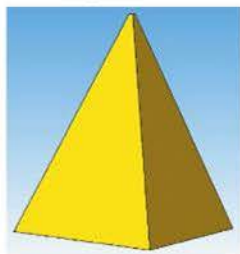
### Самостоятельная работа № 13

Выполните с заданным телом (согласно уровню и варианту) преобразования в пространстве: *Перенос*, *Зеркальный массив*, *Масштабирование*. Параметры преобразований задайте самостоятельно.

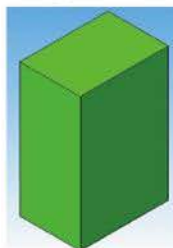


**Уровень А**

*Вариант 1*

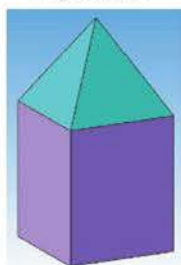


*Вариант 2*

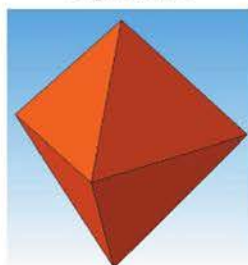


**Уровень В**

*Вариант 1*

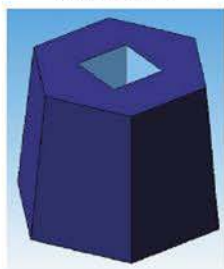


*Вариант 2*

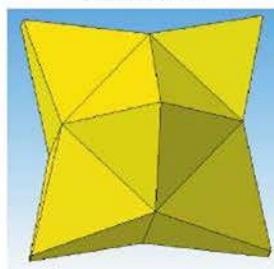


**Уровень С**

*Вариант 1*



*Вариант 2*



**Контрольные вопросы**

1. О каких преобразованиях пространственного положения предмета и его частей на чертеже вы узнали в данной главе?
2. Какие преобразования 3D-модели можно выполнить в КОМПАС-3D?
3. Аргументируйте, можно ли повернуть 3D-модель на заданный угол в КОМПАС-3D.

## РАЗДЕЛ 6 ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ, АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ И ИНФОРМАЦИОННОЙ ГРАФИКИ

### Глава 12 Сборочный чертеж. Соединение деталей

#### Вы научитесь:

- разрабатывать сборочный чертеж разъемного или неразъемного соединения в системе 2D, используя библиотеки;
- выполнять 3D-модель сборочной единицы.

#### Ключевые слова

Сборочный чертеж	Құрастыру сызбасы	Assembly drawing
Спецификация	Сипаттізім	Specification
3D-модель сборки	Құрастырманың 3D моделі	3D model of assembly
Конструкторская библиотека	Конструкторлық кітапхана	Design library



#### Вспомните:

- разъемные и неразъемные соединения, их виды;
- сборочный чертеж, спецификация;
- чтение и детализирование сборочного чертежа.



#### 12.1 3D-модель сборочной единицы. Работа с библиотекой

Любая машина, прибор, строительный объект состоят из сборочных единиц, главным конструкторским документом для изготовления которых служит сборочный чертеж. В компьютерной графике его называют 3D-сборка.

**3D-сборка** – это трехмерный объект, объединяющий компоненты сборки (3D-модели деталей и стандартных изделий), содержащий информацию о взаимном расположении компонентов и связях между их параметрами.

Проектирование сборки можно выполнить тремя способами:

1) «снизу вверх» – это процесс, при котором вначале создаются отдельные компоненты, затем производится их сборка с добавлением стандартных изделий;

2) «сверху вниз» – это процесс, при котором компоненты можно создавать непосредственно в сборке;

3) смешанный способ проектирования сборки сочетает в себе приемы проектирования «снизу вверх» и «сверху вниз».

Рассмотрим пример построения способом «снизу вверх» 3D-сборки, состоящей из деталей Основание, Планка и стандартных изделий Болт, Шайба, Гайка. Сначала строятся трехмерные модели деталей, а стандартные изделия добавляются из конструкторской библиотеки непосредственно при сборке.

Этап 1. Построение 3D-модели детали «Основание».

1. Создать папку с именем «Сборка», в которой будут храниться 3D-модели и непосредственно 3D-сборка.

2. После создания нового документа *Деталь* в *Дереве модели* присвоить название детали – «Основание». В *Панели свойств* назначить *Цвет* и *Материал* детали (рисунок 12.1).

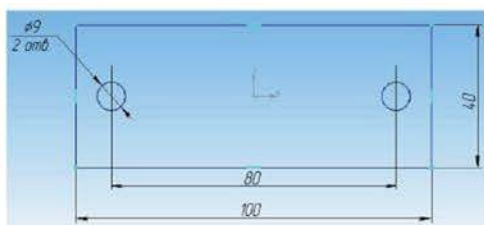


а)

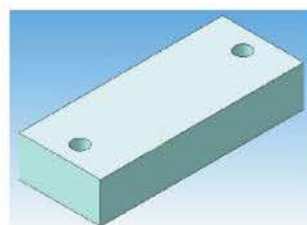
б)

Рисунок 12.1 Задание свойств 3D-модели «Основание»

3. Выбрать плоскость XY и построить эскиз (рисунок 12.2 а). Далее с помощью операции *Выдавливания* выполняется модель. Расстояние выдавливания – 20 мм (рисунок 12.2 б).



а)

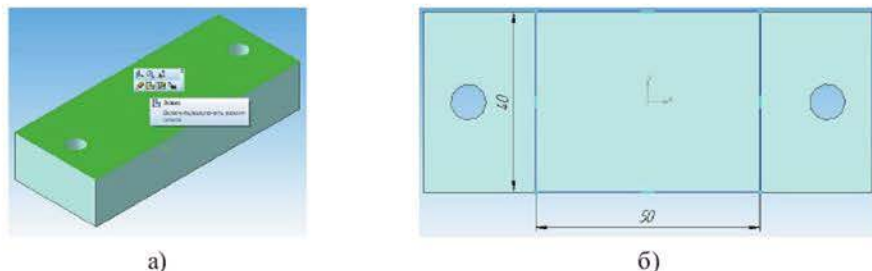


б)

Рисунок 12.2 Эскиз (а) и результат операции *Выдавливания* (б)

4. Для наращивания верхнего элемента выделить верхнюю грань модели и построить эскиз (рисунок 12.3 а, б), после чего с помощью операции *Выдавливания* на расстояние 20 мм выполнить наращивание. Результат операции изображен на рисунке 12.4.

5. Сохранить 3D-модель «Основание» в папке «Сборка». Закрыть документ.



а)

б)

Рисунок 12.3 Выбор поверхности для построения эскиза (а) и сам эскиз (б)



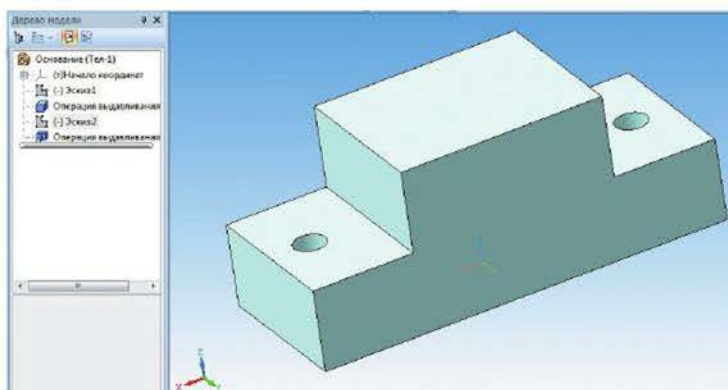


Рисунок 12.4 3D-модель «Основание»

**Этап 2.** Аналогичным путем строится 3D-модель детали «Планка» и сохраняется в папке «Сборка».

Высота *Планки* 10 мм.

Эскиз и готовая модель показаны на рисунке 12.5.

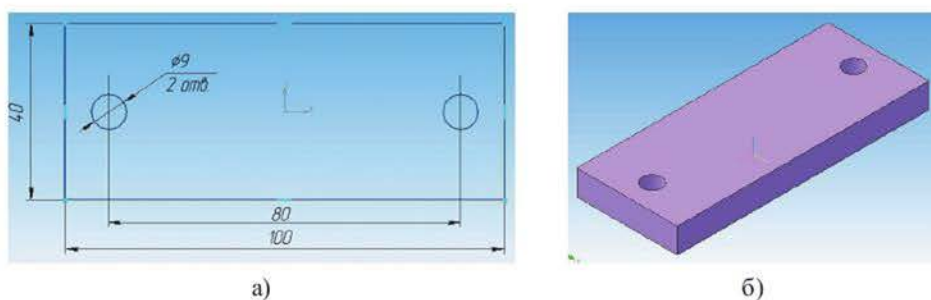




Рисунок 12.5 Эскиз (а) и модель (б) Планки

**Этап 3.** Построение 3D-модели сборки узла.

1. Создать новый документ – *Сборка* и в *Дереве модели* назначить название детали – *Корпус*.

2. Выбрать элемент, который будет базовым, то есть относительно которого удобнее всего задавать положение всех остальных компонентов, входящих в сборку. В нашем случае базовым компонентом является *Основание*. На инструментальной панели *Редактирование сборки*  имеется кнопка *Добавить из файла* . После нажатия этой кнопки на экране появится *Панель свойств: компонент из файла*, а также фантом открытой детали (рисунок 12.6 а). Точку вставки объекта можно указать несколькими способами: с помощью привязки; указать точные координаты точки вставки на панели свойств; произвольно разместить компонент в окне *Сборки* щелчком мыши. После указания точ-

ки вставки  $X = 0$ ;  $Y = 0$ ;  $Z = 0$  компонент будет вставлен в текущий документ, его начало координат совместится с точкой вставки. В *Дереве построения* появится новая пиктограмма *Основание* (рисунок 12.6 б).

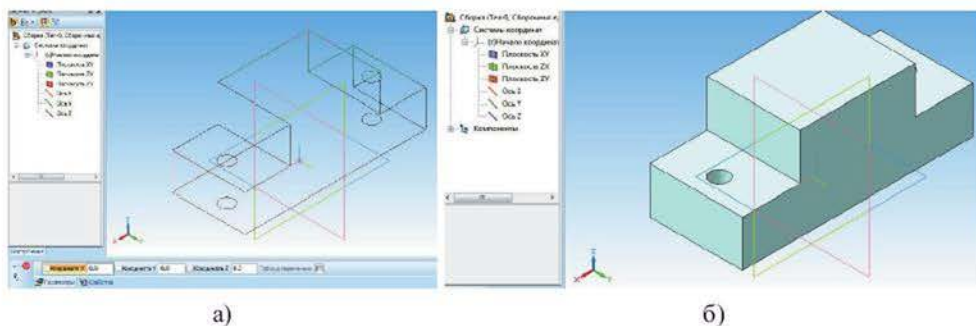




Рисунок 12.6 Вставка базовой модели в 3D-сборку

3. Аналогично добавить вторую модель – «Планка». С помощью команд *Переместить компонент*  и *Повернуть компонент* , установить модель «Планки» таким образом, как показано на рисунке 12.7.

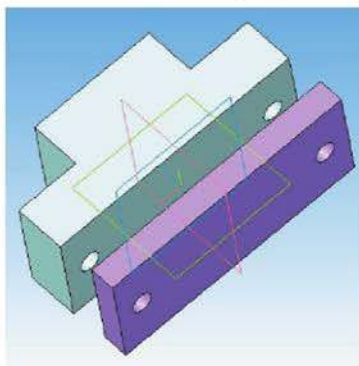







Рисунок 12.7 Вставка и размещение модели «Планка» относительно базовой

4. С помощью команд:

– *Параллельность*  из инструментальной панели *Сопряжения*  установить точность параллельности сопрягаемых граней моделей. Для этого выбрать нижнюю грань *Основания* и верхнюю грань *Планки*, грани выделяются красным цветом (рисунок 12.8);

– *Соосность*  из инструментальной панели *Сопряжения*  установить соосность отверстий, последовательно указав в качестве объектов для сопряжения отверстия в *Планке* и *Основании* (рисунок 12.8).

Щелкнуть по кнопке *Совпадение объектов*  и указать нижнюю грань *Основания*, верхнюю грань *Планки*, боковые ребра моделей для полного совпадения. Результат операции изображен на рисунке 12.9.

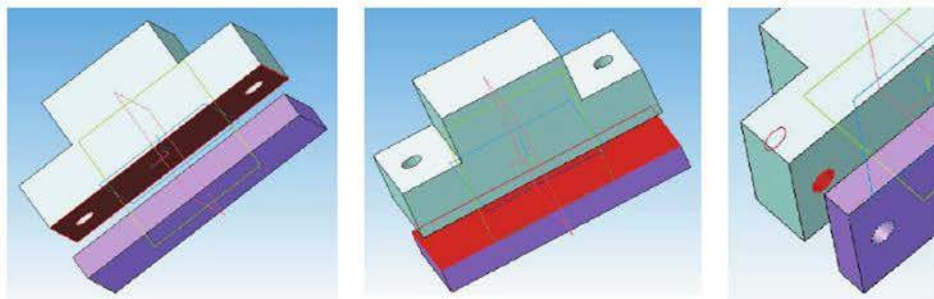


Рисунок 12.8 Выбор поверхностей для параллельного сопряжения

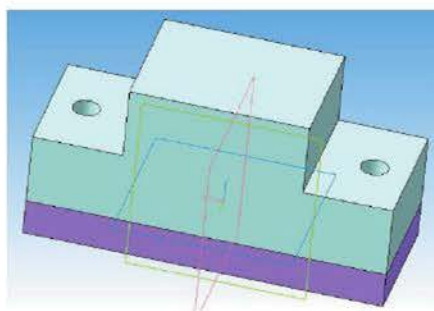


Рисунок 12.9 Результат операции *Совпадение объектов*

**Этап 4.** Добавление стандартных изделий из библиотеки.

1. Выполнить команду *Библиотеки* → *Стандартные изделия* → *Вставить элемент* (рисунок 12.10).

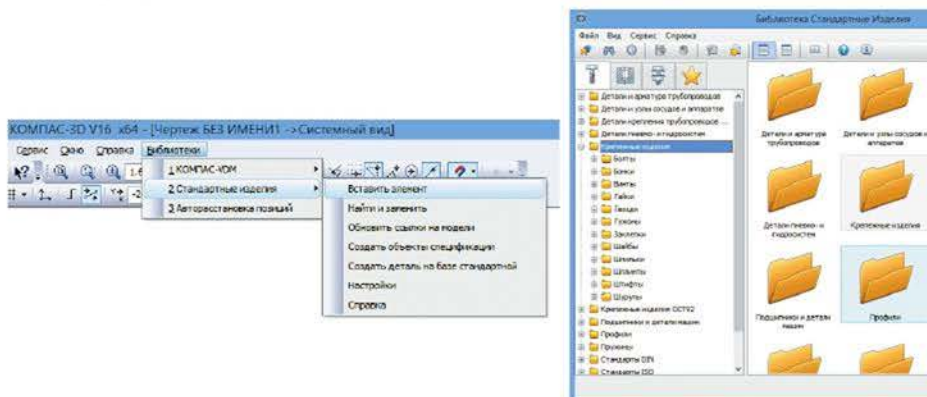


Рисунок 12.10 Открытие библиотеки КОМПАС-3D «Стандартные изделия»

2. В окне *Стандартные изделия* открыть папку *Болты* и выбрать нужный вариант: Болт ГОСТ 15589-70 (исп. 1) с диаметром резьбы 8 мм (рисунок 12.11). Длина болта (40 мм) зависит от общей толщины соединяемых деталей.

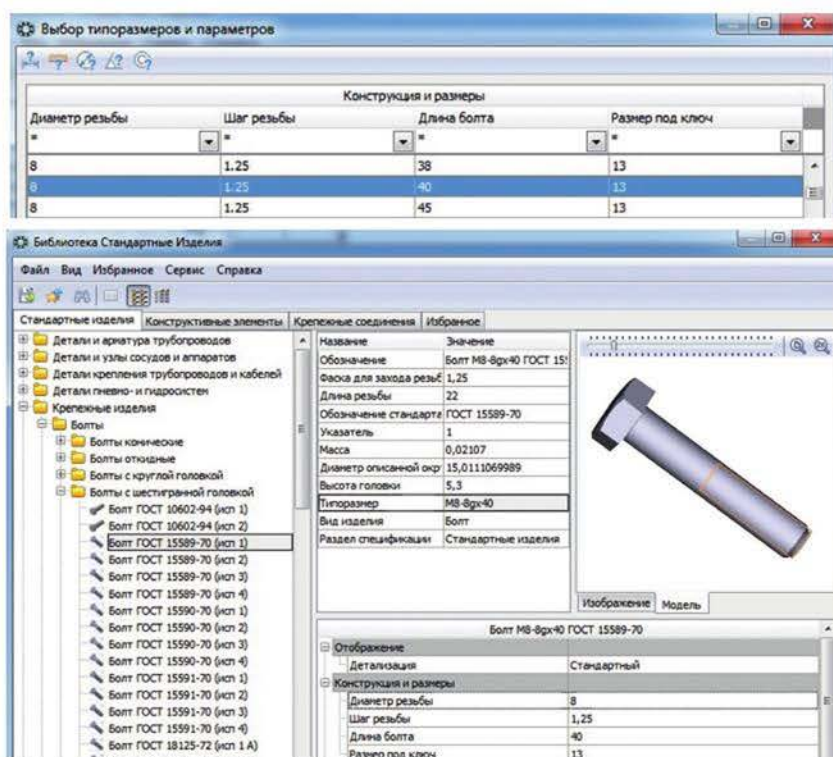




Рисунок 12.11 Выбор стандартного изделия «Болт»

При вставке *Болты* в сборку используются сопряжения *Соосность*  и *Совпадение объектов*  (рисунок 12.12).

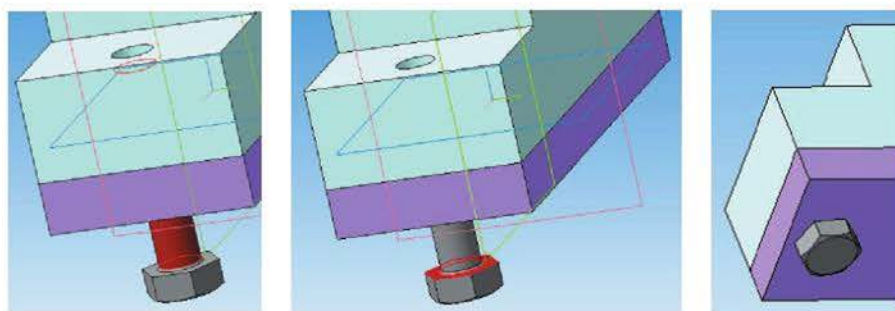




Рисунок 12.12 Вставка Болта в 3D-сборку

3. В окне *Стандартные изделия* открыть папку *Шайбы* и выбрать нужный вариант: Шайба класса С ГОСТ 11371-78 (исп. 1). В диалоговом окне задать диаметр крепежной детали 8 мм в зависимости от диаметра отверстий соединяемых деталей (рисунок 12.13). Нажать кнопку *Применить*. При вставке *Шайбы* в сборку используются сопряжения *Соосность*  и *Совпадение объектов*  (рисунок 12.14).

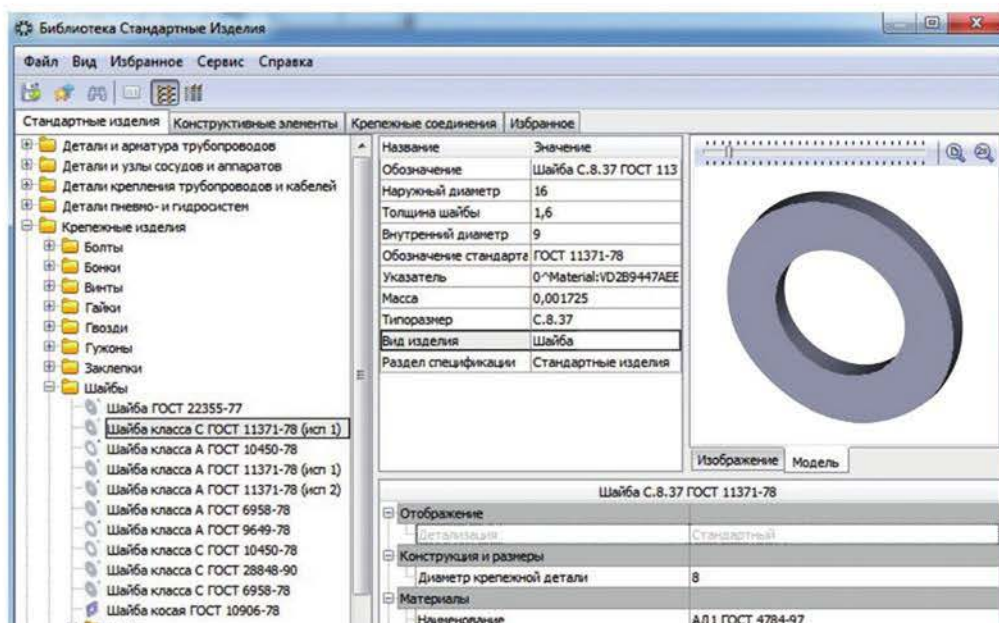


Рисунок 12.13 Выбор стандартного изделия «Шайба»

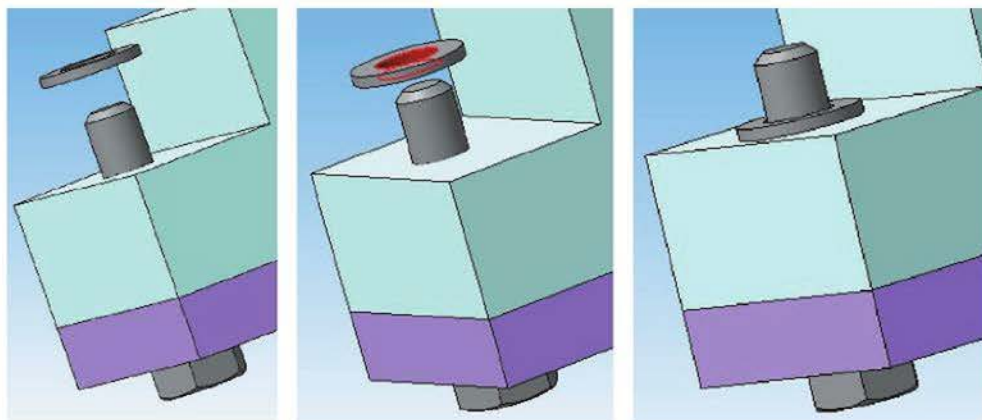


Рисунок 12.14 Вставка Шайбы в 3D-сборку

4. Гайку ГОСТ 15522-70 (исп. 1) с диаметром резьбы 8 мм установить аналогично (рисунки 12.15, 12.16).

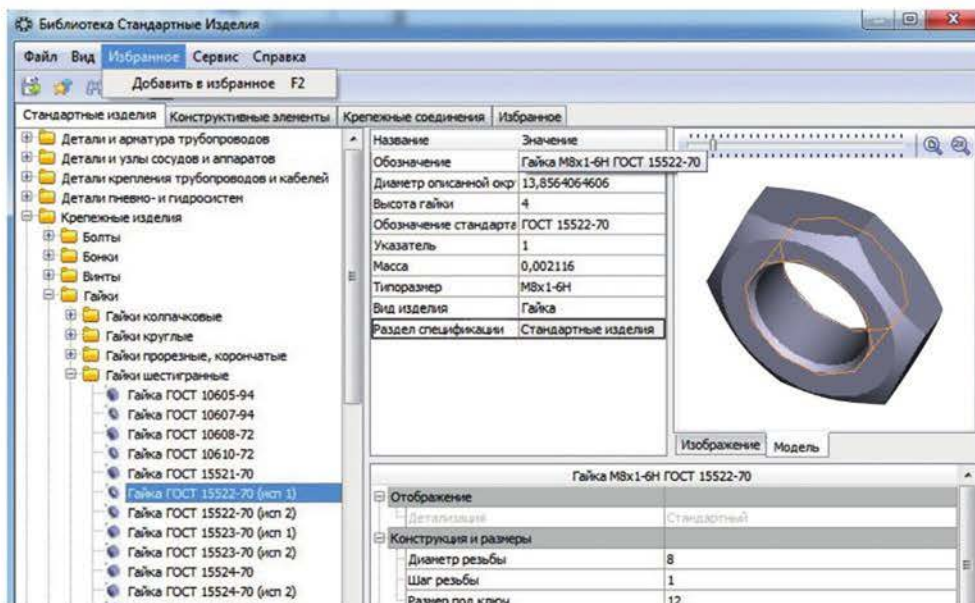


Рисунок 12.15 Выбор стандартного изделия «Гайка»

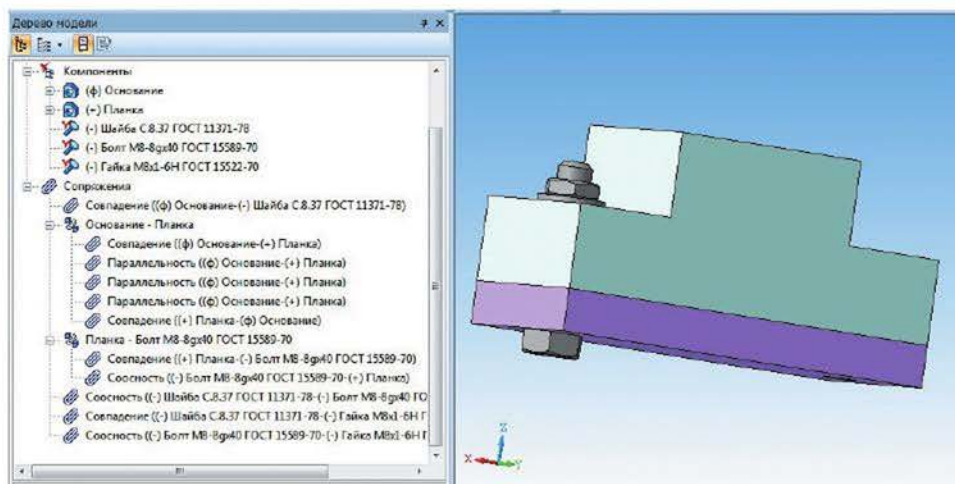




Рисунок 12.16 Вставка Гайки в 3D-сборку

**Этап 5.** Установка собранных крепежных элементов во второе отверстие путем симметричного копирования.

Открыть панель инструментов *Массивы*  и выбрать *Массив по концентрической сетке* . В *Панели свойств* выполните настройки: *Список объектов*, *Количество копий N 2*, *Шаг 2* и *Ось Z* (рисунки 12.17, 12.18).

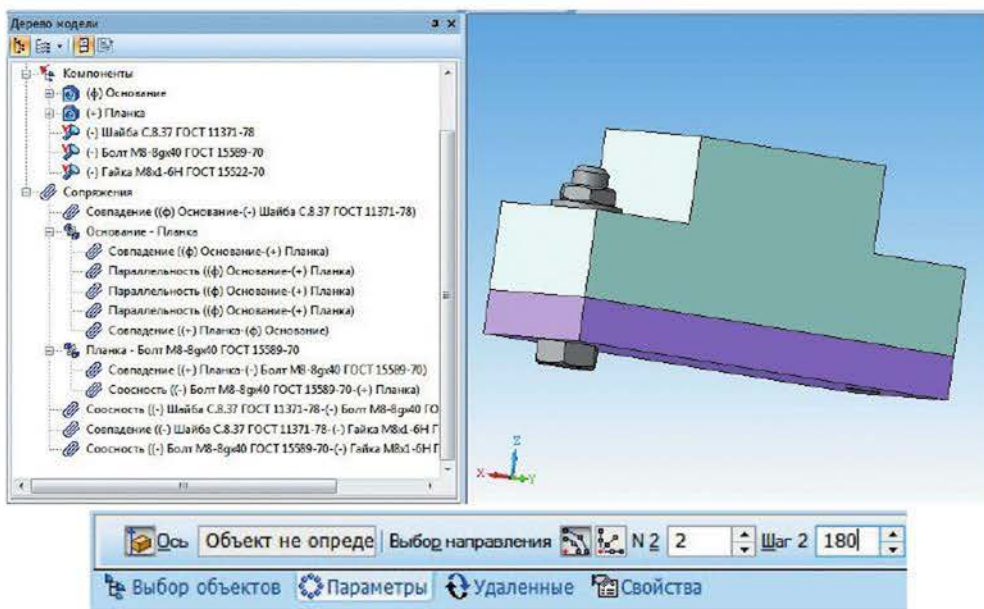


Рисунок 12.17 Настройка параметров симметричного копирования

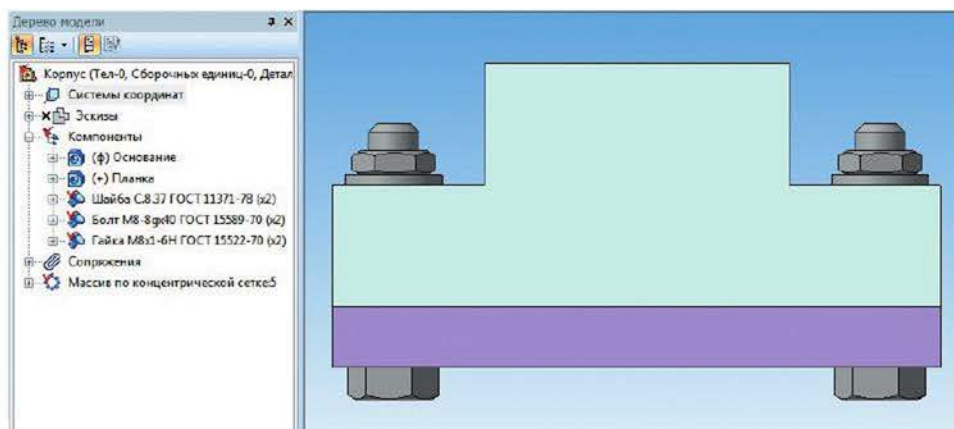




Рисунок 12.18 Результат команды *Массив по концентрической сетке*

**Этап 6.** Автоматическая генерация сборочного чертежа по 3D-сборке узла «Корпус».

1. Создать документ *Чертеж*.

2. Активизировать панель инструментов *Виды*  → *Стандартные виды* . В открывшемся окне выбрать нужный файл – *Сборка* (рисунок 12.19).

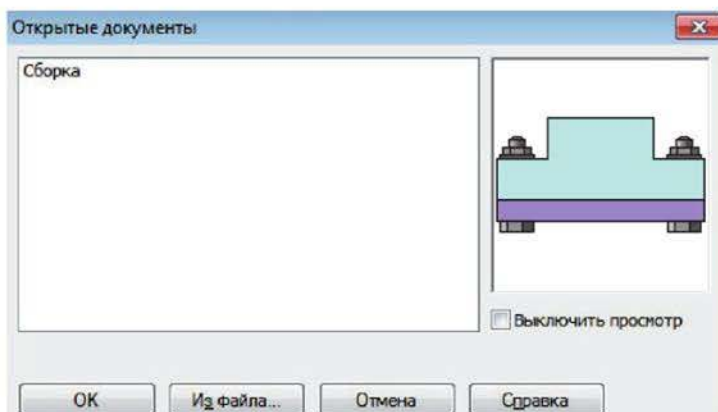


Рисунок 12.19 Выбор документа *Сборка* для построения видов


3. В окне выбора схемы видов включить главный вид и вид сверху, установить значение зазора по вертикали 35 мм (рисунок 12.20), нажать ОК. Если требуется показать невидимые линии, то во вкладке *Линии* выбрать режим *Показывать* .



Рисунок 12.20 Выбор схемы видов

Результат операции показан на рисунке 12.21.



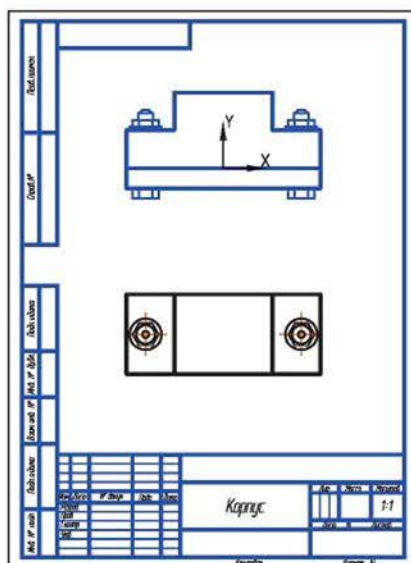




Рисунок 12.21 Автоматическая генерация видов по 3D-модели

### Работа на ПК

Завершите сборочный чертеж «Корпус» (рисунок 12.22): проведите линии симметрии, проставьте габаритные размеры, с помощью команды *Линия-выноска*  в панели инструментов *Обозначения*  установите позиции деталей и стандартных изделий, заполните основную надпись."/>

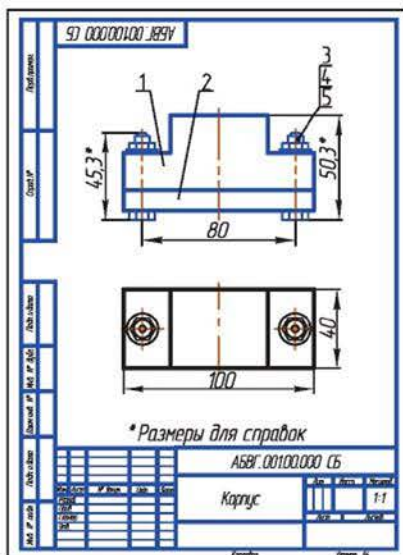


Рисунок 12.22 Сборочный чертеж «Корпус»

Создайте и заполните спецификацию. Для этого:

1. Создать документ *Чертеж*. ПК мыши вызвать контекстное меню → *Параметры текущего документа* → *Параметры первого листа* → *Оформление*. Выбрать оформление *Спецификация. Первый лист. ГОСТ 2.106-96 Ф1*.
2. Оформить спецификацию (рисунок 12.23).
3. Заполнить основную надпись.

Ссылка	Кол-во	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
<i>Документация</i>					
A4		АБВГ.00100.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>					
A4	1	АБВГ.00100.001	Основание	1	
A4	2	АБВГ.00100.002	Планка	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
	3		Болт М8-Вх40 ГОСТ 15589-70	2	
	4		Гайка М8х1-6Н ГОСТ 15522-70	2	
	5		Шайба С8.37 ГОСТ 11371-78	2	

Инв. № табл.		Полн. дата		АБВГ.00100.000		
Лист	Лист	М. дата	Год	Лист	Лист	Листов
Рисун				Корпус		
Титул						
Технич						
Услов				Корпус		

Рисунок 12.23 Спецификация к сборочному узлу «Корпус»



### Контрольные вопросы

1. Объясните, что такое 3D-сборка и для чего она необходима.
2. Сопоставьте способы выполнения сборки объектов. Поясните примерами.
3. Аргументируйте, почему важно соблюдать сопряжение при соединении компонентов сборки.
4. Опишите порядок выбора стандартных крепежных изделий для последующей сборки в КОМПАС-3D.
5. Сравните последовательность автоматической генерации чертежа по 3D-модели и 3D-сборке. Имеются ли различия?
6. Проанализируйте структуру *Дерева модели* на рисунке 12.16. Обсудите с классом.

## Глава 13 Элементы архитектурно-строительной графики

### Вы научитесь:

- выполнять строительные чертежи в графическом редакторе, применяя условные обозначения, общие правила и справочную литературу.

### Ключевые слова

Менеджер библиотек	Қытапхана менеджері	Library manager
Сетка прямых координационных осей	Түзу координаталық осьтер торы	Grid of direct coordinate axes
Здание и сооружение	Ғимарат және құрылыс	Building and construction
Строительство	Құрылыс	Construction
Условные обозначения	Шартты белгілер	Conventional symbols
Менеджер помещений	Бөлмелер менеджері	Room manager



### Вспомните:


- на какие основные группы можно разделить здания и сооружения;
- из каких конструктивных элементов состоят здания;
- какие масштабы применяют для построения строительных чертежей;
- какие условные обозначения применяют на строительных чертежах.



### 13.1 Элементы строительного черчения

Для построения строительных чертежей в графических программах AutoCAD, КОМПАС-3D и других имеются специальные библиотеки СПДС-обозначений проектирования зданий и сооружений, которые используют для ускорения разработки чертежей, содержащих типовые и стандартизованные элементы.

В графическом редакторе КОМПАС-3D для подключения библиотеки с элементами архитектурно-строительной графики нужно выполнить следующие действия:

1. Выбрать в меню *Сервис* команду *Менеджер библиотек* .
2. В списке разделов выделить раздел *Архитектура и строительство*.
3. Подключить *Библиотеку СПДС-обозначений* и *Библиотеку проектирования зданий и сооружений: АС/АР* (рисунок 13.1).

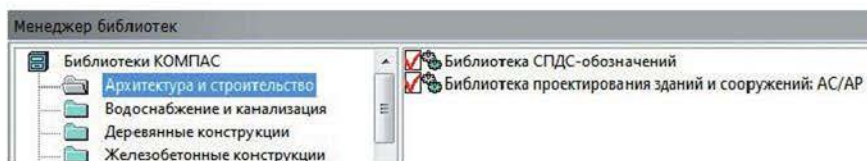


Рисунок 13.1 Подключение прикладных библиотек КОМПАС-3D

С помощью команд *Библиотеки СПДС-обозначений* (рисунок 13.2) можно построить сетку прямых координационных осей, удалить или добавить ось, обозначить выносной элемент, выполнить линию обрыва и др.



Рисунок 13.2 Библиотека СПДС-обозначений

С помощью команд *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР* (рисунок 13.3) можно построить колонны, стены, окна, двери, лестницы, элементы интерьера и др.



Рисунок 13.3 Библиотека проектирования зданий и сооружений: АС/АР

Рассмотрим пример построения строительного чертежа (рисунок 13.4) и его 3D-модели (рисунок 13.5) в графическом редакторе КОМПАС-3D, применяя условные обозначения и общие правила.

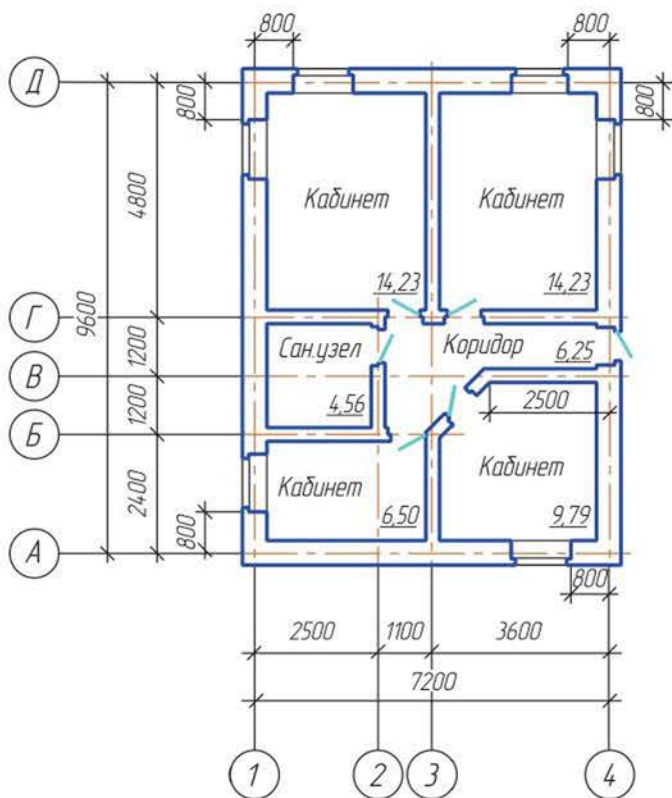


Рисунок 13.4 План этажа

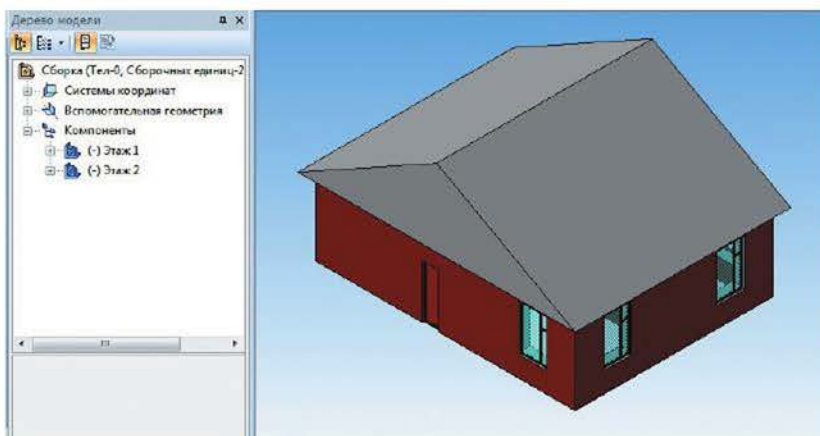



Рисунок 13.5 3D-модель здания

### Работа на ПК

Этап 1. Создание сетки координационных осей.

1. В КОМПАС-3D создайте документ *Чертеж*, задайте формат листа А3 горизонтальной ориентации, оформление – *Чертеж строительный. Первый лист. ГОСТ 21.101-97 Ф4*. Вставьте вид с масштабом 1:100.

2. Выберите команду *Сетка прямых координационных осей* , в открывшемся диалоговом окне задайте шаг и количество цифровых и буквенных осей (рисунок 13.6). Нажмите кнопку ОК. Вставьте сетку на лист (рисунок 13.7).

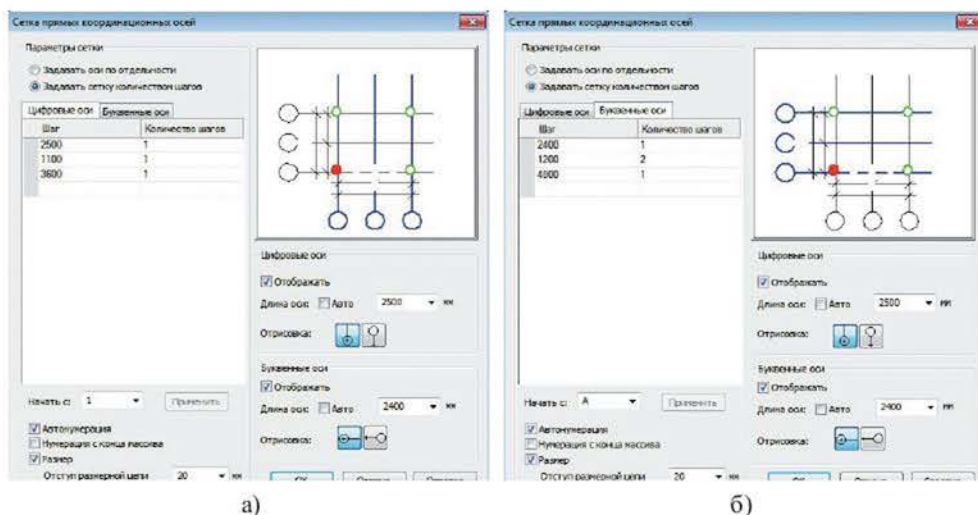


Рисунок 13.6 Задание параметров сетки координационных осей: цифровые оси (а), буквенные оси (б)

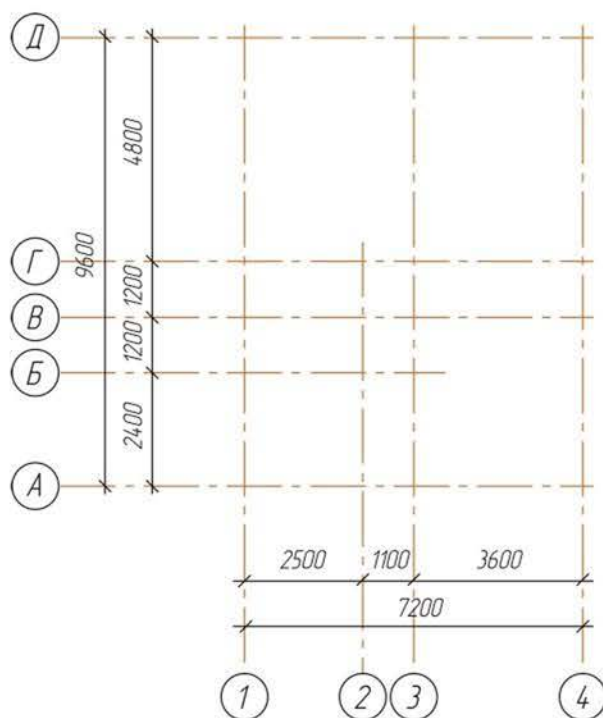



Рисунок 13.7 Координационные оси

### Этап 2. Построение стен.

1. Выберите команду *Стена*  в панели инструментов *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР*.
2. В *Панели свойств* выберите способ построения стены *Коробка стен*. Задайте способ привязки – *Посередине стены*. Задайте толщину 510 мм (рисунок 13.8).
3. Постройте внешние стены. Укажите вершины коробки стен на плане так, как показано на рисунке 13.4.

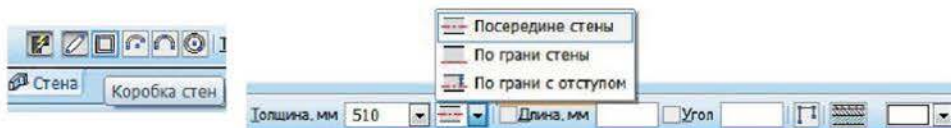



Рисунок 13.8 Задание параметров внешних стен

4. Выберите способ построения внутренних стен *Прямолнейная стена* . Задайте толщину стены – 250 мм. Постройте внутренние стены, как показано на рисунке 13.4.

### Этап 3. Создание дверей.


1. Вызовите команду *Двери* в панели инструментов *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР*.

2. В *Панели свойств* выберите *Однопольная*, задайте ширину 800 мм и высоту 2100 мм, подключите опцию *Четверти* (рисунок 13.9) и установите двери, как показано на рисунке 13.4.




Рисунок 13.9 Задание параметров дверей

### Этап 4. Создание окон.

1. Вызовите команду *Окно*  в панели инструментов *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР*.

2. В *Панели свойств* задайте параметры окна: одностворчатое с обычным остеклением, шириной 1210 мм и высотой 1810 мм, подключите опцию *Четверти* и установите окна, как показано на рисунке 13.4.

### Этап 5. Создание помещений.

1. Вызовите команду *Помещение*  в панели инструментов *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР*. В *Панели свойств* введите наименование помещения. Подведите курсор мыши внутрь помещения. Контур помещения подсветится красным цветом (рисунок 13.10). Выберите положение маркера помещения и щелкните ЛК мыши. Помещение будет создано.

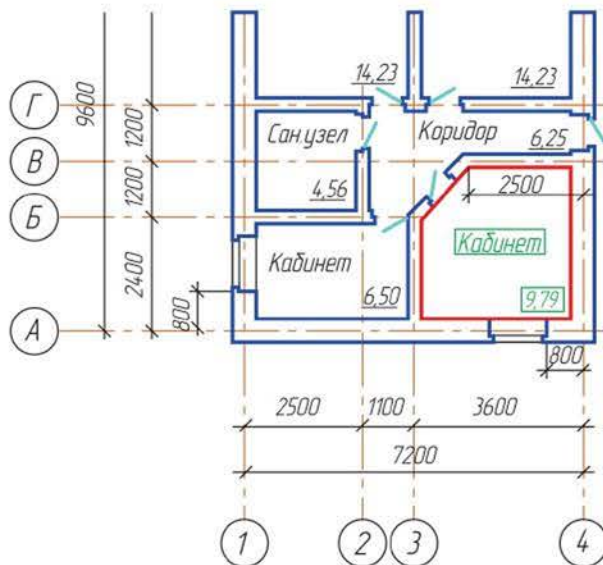



Рисунок 13.10 Создание помещений на чертеже

2. Вызовите команду *Менеджер помещений*  в панели инструментов *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР*. В открывшемся окне нажмите кнопку *Показать экспликацию* (рисунок 13.11). Нажмите ОК. На листе чертежа появится экспликация (таблица с информацией о помещениях: порядковый номер, наименование и площадь, технические характеристики (рисунок 13.12).

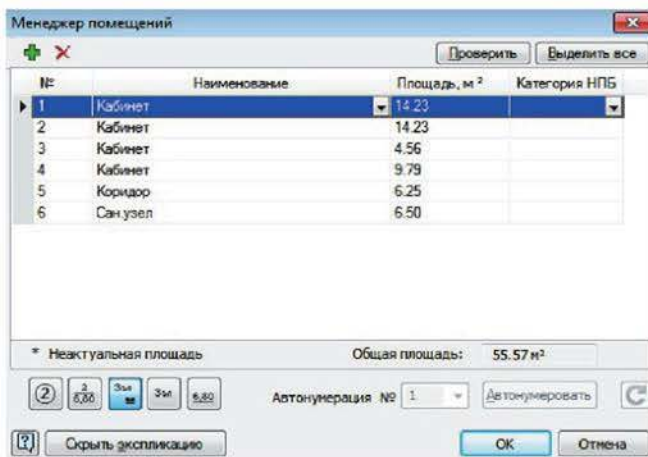


Рисунок 13.11 Вызов окна *Менеджер помещений*

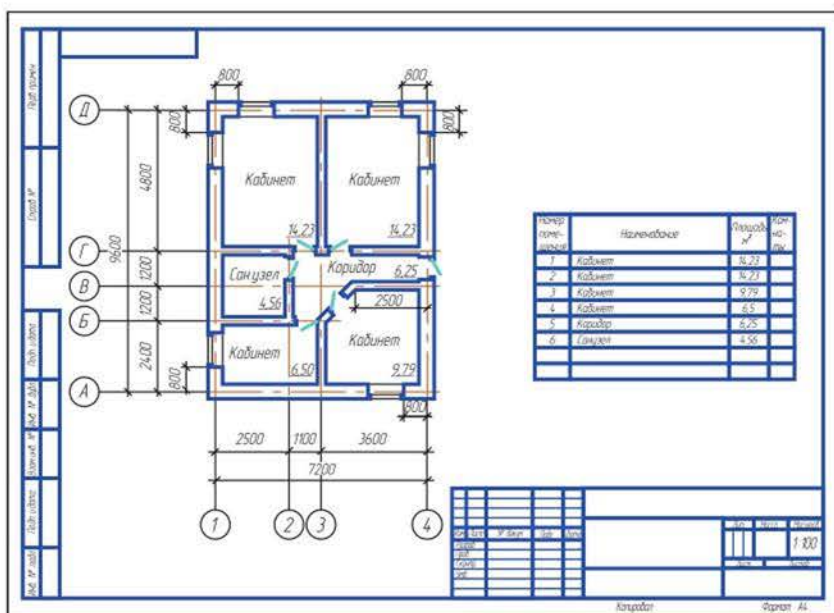


Рисунок 13.12 Строительный чертеж с экспликацией помещений



Этап 6. Создание кровли.

1. Выберите последовательность действий *Вставка* → *Лист*. На новом листе создайте *Вид* (М 1:100).

2. На панели *Библиотеки проектирования зданий и сооружений: АС/АР* выберите команду *Кровля* → *Двухскатная кровля* и задайте параметры в *Панели свойств* (рисунок 13.13).

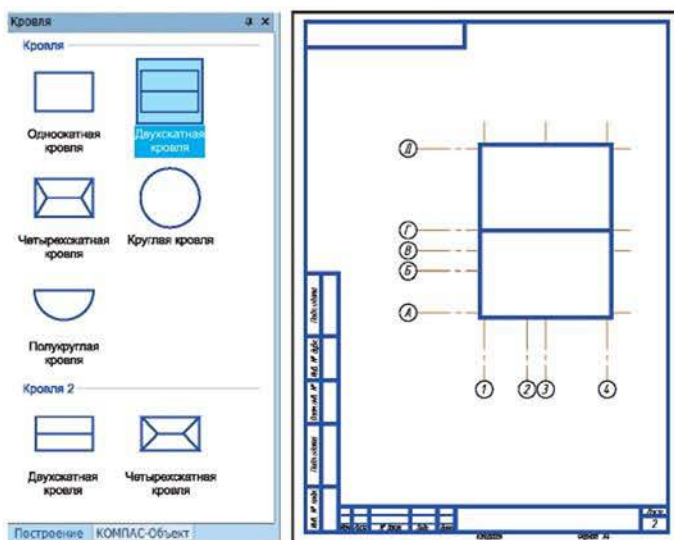


Рисунок 13.13 Задание параметров кровли

Этап 7. Генерация 3D-модели здания.

1. Выберите последовательность *Библиотеки* → *Менеджер объекта строительства* → *Подключить Менеджер объекта строительства*. В открывшемся окне настройте параметры первого этажа и кровли: высотная отметка, высота этажа (рисунок 13.14).

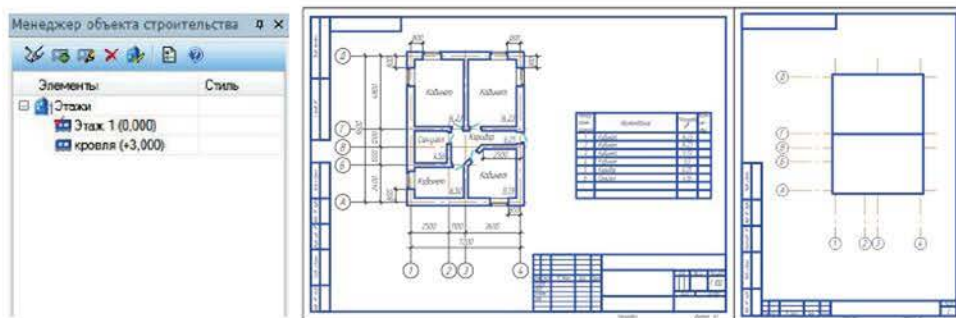



Рисунок 13.14 Настройка параметров первого этажа и кровли в *Менеджере объекта строительства*

2. В *Менеджере объекта строительства* вызовите команду *Построение 3D-модели* . В появившемся окне выберите папку для хранения модели. По умолчанию предлагается та папка, в которой хранится чертеж. Если все параметры этой же были заданы верно, то получится модель здания, показанная на рисунке 13.5.

Примеры визуализации (рендеринга) 3D-модели здания, выполненной в программах KeyShot (рисунок 13.15) и Artisan Rendering (рисунок 13.16).



Рисунок 13.15 Рендеринг 3D-модели здания в программе KeyShot



Рисунок 13.16 Рендеринг 3D-модели здания в программе Artisan Rendering

**Самостоятельная работа № 14****Уровень А**

Постройте строительный чертеж одноэтажного здания (рисунок 13.17). Оформите экспликацию помещений.

**Уровень В**

Постройте строительный чертеж одноэтажного здания (рисунок 13.17). Оформите экспликацию помещений. Подключив *Менеджер объекта строительства*, выполните автоматическую генерацию 3D-модели здания с четырехскатной кровлей. Высоту этажа и кровли задайте самостоятельно.

**Уровень С**

Постройте строительный чертеж одноэтажного здания (рисунок 13.17). Оформите экспликацию помещений. Подключив *Менеджер объекта строительства*, выполните автоматическую генерацию 3D-модели здания с четырехскатной кровлей. Высоту этажа и кровли задайте самостоятельно.

Исследуйте, можно ли по трехмерной модели здания выполнить автоматическую генерацию фасада здания.

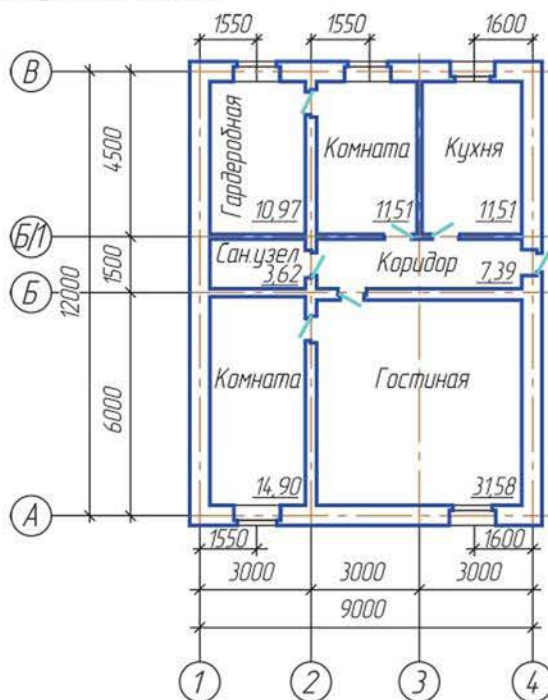


Рисунок 13.17 План этажа

**Контрольные вопросы**

1. Перечислите графические программы, в которых можно выполнить архитектурно-строительные чертежи.
2. Опишите библиотеки КОМПАС-3D, используемые для выполнения строительных чертежей.
3. Объясните порядок нанесения сетки координационных осей на чертеже.
4. Сопоставьте инструменты КОМПАС-3D для построения колонн, стен, окон, дверей, лестниц, элементов интерьера.
5. Расскажите, как выполняется экспликация помещений в системе КОМПАС-3D.

**Глава 14 Инфографика (схемы, графики, диаграммы)****Вы узнаете:**

- общие сведения об инфографике.

**Вы научитесь:**

- визуализировать информацию и результат исследования средствами инфографики (графики, диаграммы, схемы).

**Ключевые слова**

Инфографика	Инфографика	Infographics
Исследования	Зерттеулер	Research
Диаграмма	Диаграмма	Chart
Схема	Сұлба	Circuitry
Скетч	Скетч	Sketch
Столбчатая диаграмма	Бағандық диаграмма	Bar graph

**Вспомните:**

- что такое диаграмма;
- виды диаграмм и их применение для отображения информации.

**14.1 Инфографика в различных сферах деятельности**

Согласно исследованиям, визуальную информацию человек усваивает лучше, поэтому ее эффективнее представлять в графическом виде. Для этого используют инфографику.

**Инфографика** – это способ представления различных данных, знаний, расчетов в наглядном формате с помощью визуальных инструментов (схем,

графиков, таблиц, диаграмм, рисунков). Инфографика является незаменимым инструментом современного специалиста благодаря наглядности, смысловому содержанию, эстетичности и практической ценности. Она поможет учителю оживить, сделать зрительно насыщенным и интересным школьный урок; ученику – сравнить, расположить в хронологическом порядке данные и даты, визуализировать идею творческого проекта; бизнесмену – вынести на обсуждение бизнес-план и аргументировано защитить свою точку зрения; строителю-проектировщику – представить календарный график подготовки проекта с наглядным сопровождением каждого этапа; агроному – передать информацию о посевных площадях, используемой сельскохозяйственной технике и урожайности культур и т. д. На рисунке 14.1 приведены виды инфографики.



Рисунок 14.1 Виды инфографики

*Пространственная* – показывает внешний вид, внутреннее устройство, размер, масштаб, место, расположение объектов, путь. Это может быть технический рисунок, чертеж, анатомический атлас или карта.

*Временная* – линия времени с указанием хронологии, тенденции; визуализация процесса с указанием последовательности действий, например, инструкция; алгоритм, предполагающий выбор из нескольких вариантов действий.

*Абстрактная* – передает логическое устройство системы (иерархия, блок-схема, граф или диаграмма связей, ментальная карта и т. д.).

*Количественная* – передает массивы числовых данных, статистику.

*Комплексная* инфографика может включать в себя любые вышеперечисленные виды. Например, инфографика-исследование может включать в себя блок-схемы, карты и диаграммы, графическая история – линию времени, карту, визуализацию процесса и пр. (рисунок 14.2).



Рисунок 14.2 Пример комплексной инфографики



Рисунок 14.3 Скетчи

При выполнении инфографики также используются скетчи (рисунок 14.3), то есть визуальные заметки, представляющие собой сочетание написанного от руки текста, рисунков, визуальных элементов (стрелок, окошек, линий).

Инфографику можно создавать с помощью различных графических редакторов, таких как CorelDRAW, Adobe Photoshop, Pixlr, Capture One Pro, Paint.NET, GIMP, Inkscape и др. Существуют онлайн-сервисы, позволяющие создавать зрелищную инфографику на основе шаблонов.

При создании инфографики:

- подумайте о хорошей идее, которую вы хотите донести до вашей аудитории. Поищите интересные факты и статистику. Разработайте систему значимых аргументов. Сделайте выводы;

– обдумайте наиболее подходящий формат для передачи ваших данных. Это могут быть: временная шкала, движущаяся схема, карта с пояснениями, график, диаграмма, сопоставление каких-либо явлений по размеру и ценности;

– ставьте своей целью быструю передачу основных пунктов. Не размещайте слишком много информации в одной картинке;

– определитесь с подходящей и привлекающей внимание цветовой схемой;

– установите связь между фактами в вашей инфографике;

– создайте эмблему класса/школы или их креативно оформленное название, добавьте URL (электронный адрес сайта школы).

### ***Самостоятельная работа № 15***

Создайте инфографику, воспользовавшись удобным для вас графическим редактором. Тему инфографики выберите из предложенных или придумайте сами.

Темы для подготовки инфографики:

1) визуальное резюме (создать информацию о себе);

2) инфографический портрет одноклассника (предварительно изучите аккаунт одноклассника в социальной сети, его хобби, путешествия, любимые книги, музыку, фильмы и др.);

3) фан-страница любимого певца/группы, актера, исторической личности, литературного героя;

4) достижения спортсменов Казахстана в разных видах спорта с соблюдением хронологии.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое инфографика и для чего она нужна? Обоснуйте свое мнение примерами.
2. Опишите инструменты визуализации, применяемые в инфографике.
3. Аргументируйте необходимость применения статистических элементов для визуализации информации в инфографике.
4. Перечислите основные правила создания инфографики. Подтвердите примерами.
5. Расскажите классу об инфографике, которую вы выполнили в самостоятельной работе №15.



## РАЗДЕЛ 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОЕКТНАЯ ГРАФИКА

## Глава 15 Методы проектирования

**Вы научитесь:**

- определять основные методы и этапы проектирования в различных областях деятельности.

**Ключевые слова**

Проект	Жоба	Project
Проектирование	Жобалау	Design
Методы проектирования	Жобалау әдістері	Design methods
Этапы проектирования	Жобалау кезеңдері	Design stages

### 15.1 Методы проектирования. Основные этапы проектирования

**Проект** (от лат. *projectus* – брошенный вперед) – это замысел, разработанный план какого-либо сооружения, механизма, устройства, объекта, вида деятельности.

*Образовательный проект* – это совместная учебно-познавательная, творческая деятельность учащихся, имеющая общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата. Для учащегося проект – это возможность:

- решить интересную проблему, сформулированную предварительно в виде цели и задач;
- проявить себя, попробовать свои силы, приложить свои знания и умения;
- максимально использовать свои возможности;
- выполнять работу самостоятельно или в группе (команде);
- публично продемонстрировать достигнутый результат.

Все многообразие проектов можно классифицировать по следующим признакам:

1) *по доминирующей в проекте деятельности:*

- исследовательский;
- поисковый;
- творческий;
- прикладной (практико-ориентированный) и др.;

2) *по предметно-содержательной области:*

- монопроект (в рамках одной области знания);
- межпредметный проект;



3) по количеству участников проекта:

- индивидуальный;
- групповой;

4) по продолжительности выполнения проекта:

- мини-проект;
- краткосрочный;
- долгосрочный и т. д.

Рассмотрим некоторые из типов проектов.

*Исследовательские проекты* используются для получения научного знания, обладающего признаками новизны и теоретической и (или) практической значимости.

Целью *творческих проектов* является получение творческого продукта – газеты, сочинения, альманаха, видеоролика, праздника и пр. Данные проекты требуют продуманности формы и структуры конечного результата: сценария праздника, плана сочинения или статьи, дизайна и рубрик газеты и др.

*Прикладные (практико-ориентированные)* проекты используют для получения результата, ориентированного на социальные интересы самих участников. Например, на основе исследований в различных областях (экологии, географии, истории и др.) могут быть разработаны следующие документы: программа действий, направленная на преодоление выявленных проблем; проект закона; справочный материал; методические рекомендации; словарь терминов; проект виртуального музея, зимнего сада и т. д.

*Монопроекты* разрабатываются в рамках одного предмета с выбором, как правило, наиболее сложных разделов и тем, хотя не исключается использование информации из других областей знания и деятельности. Примерами таких проектов могут быть литературно-творческие, естественно-научные, экологические, лингвистические, культуроведческие, географические, исторические, музыкальные и другие проекты.

*Межпредметные проекты* выполняются во внеурочное время и под руководством нескольких специалистов в различных областях знания. Межпредметные проекты могут быть как небольшими, затрагивающими два-три предмета, так и направленными на решение достаточно сложных проблем, требующих содержательной интеграции многих областей знания.

*Мини-проекты* укладываются в один урок или являются фрагментом урока.

*Краткосрочные проекты* разрабатываются на нескольких уроках. При этом уроки используются для координации проектных групп, в то время как основная работа по сбору информации, изготовлению проектного продукта и подготовке презентации осуществляется во внеклассной деятельности.

*Долгосрочные проекты* – это проекты, реализуемые в течение месяца или нескольких месяцев.

**Проектирование** – это процесс деятельности по разработке документов (чертежей, изображений, формул, компьютерных программ, бизнес-планов и т. д.) в зависимости от области применения будущего объекта.

В работе архитектора или инженера-строителя это могут быть текстовые документы, чертежи, 3D-модели, сметы и пр.

В деятельности программиста – это архитектура системы, интерфейс, программы, написанные на различных языках программирования, и др.

Экономисты и предприниматели составляют бизнес-планы, в которых определяют бизнес-операции, действия фирмы, сведения о фирме, товаре, его производстве, рынках сбыта, маркетинге и пр.

Большая часть изобразительной информации, возникающей в процессе проектирования, передается и формируется в графике с разнообразными элементами визуализации. К основным видам проектной графики, которые отражают задачи проектного процесса, относятся эскиз, чертеж, рисунок и схема. Каждый из названных видов проектной графики имеет свою изобразительную специфику, отвечает определенным требованиям.

Проектирование нового объекта осуществляется в тесной взаимосвязи с процедурами прогнозирования, планирования, моделирования, конструирования, работы с идеями, приводящими к реальному результату (рисунок 15.1).



Рисунок 15.1 Взаимосвязь проектных процедур

*Планирование* в проектной деятельности необходимо для установления порядка и времени выполнения этапов проектирования.

Если рассматривать проектирование как мыслительную, интеллектуальную деятельность, то главным в нем оказывается *генерация, проработка* проектных идей и решений. Результатом проектирования (образом нового объек-

та) является совокупность разработанных и обоснованных идей с помощью *моделирования и конструирования*.

При проектировании используются различные методы. Познакомимся с некоторыми из них.

1) *Метод поиска идей* («мозговой штурм», «мозговая атака») является одним из распространенных и заключается в генерации множества идей в сжатые сроки. Этапами «мозговой атаки» являются:

- спонтанное изложение каждым участником своих идей в быстром темпе без критики и предварительного обсуждения;

- запись «выданных» идей;

- поочередное обсуждение и оценка каждой идеи;

- отбор 1–2 идей, которые становятся основой проекта.

2) *Инверсия или проектирование «от противоположного»* – заключается в том, что при рассмотрении способов решения проблемы осуществляется такая их перестановка, которая позволяет получить принципиально новые, порой парадоксальные решения.

3) *Наводящая задача-аналог* – метод, основанный на заимствовании чужого опыта посредством анализа достоинств и недостатков, «улучшения» чужих идей, изложенных в научной и методической литературе.

4) *Перечень недостатков* – метод, применяемый для описания проблемной ситуации, когда необходимо собрать информацию и составить полный развернутый перечень недостатков, подлежащих устранению.

5) *Свободное выражение функции* – метод, направленный на описание всех функций, которые должен выполнять предполагаемый проектный продукт и поиск «идеального» результата в виде макета или модели.

6) *Метод ассоциации* основан на творческих идеях, возникающих из восприятия окружающего мира.

7) *Метод эвристического комбинирования* состоит в том, чтобы первоначальную идею проекта перекомпоновать, довести до абсурда, а потом найти в этом рациональное зерно.

8) *Антропотехника* – метод, предполагающий привязку свойств проектируемого объекта к удобству его использования, то есть определение условий и обстоятельств, наличие которых обеспечит максимальный комфорт для целевой группы проекта.

Проектирование – процесс плановый, состоящий из взаимосвязанных этапов. Примерная схема этапов процесса проектирования изображена на рисунке 15.2.



Рисунок 15.2 Схема этапов процесса проектирования

1) *Выбор объекта проектирования* (Что необходимо изучить, смоделировать, спроектировать?) и *формулирование темы* (Как назвать то, чем мы собираемся заниматься?).

Объектом проектирования является часть объективно существующей реальности, на которую направлено исследование. Это могут быть процессы, механизмы, здания, сооружения, элементы дизайна и др.

В названии проекта нужно отразить вид деятельности его участников. Существует два подхода к формулированию темы: метафорическое название проекта и описательное. В первом случае название звучит ярко и образно. Во втором описывает вид деятельности его участников и предполагаемый результат. Можно совмещать эти два подхода, тогда вначале идет название-метафора, а затем название-описание. Основными требованиями к формулированию темы являются точность и лаконичность. В названии нежелательны

повторяющиеся слова, оно не должно быть длинным. Оптимальным вариантом формулировки темы являются 7–10 слов.

2) *Обоснование актуальности проекта* имеет важное значение и отражает результат поиска ответов на вопросы: «Почему этим необходимо заниматься? Какую проблему предстоит разрешить? В какой степени эта проблема изучена? Имеется ли объективная необходимость в разрешении существующих противоречий?».

3) *Формулирование цели* (Что мы хотим получить в результате проекта?) и *задач проекта* (Что нужно сделать, чтобы достичь цели исследования?).

Формулировка цели возникает из проблемы и является «прообразом» проектного продукта. То есть целью проекта является *создание* (разработка, оформление, изготовление, конструирование, моделирование и т. д.) проектного продукта.

Задачи проекта представляют собой конкретизацию цели, служат средством ее реализации, носят инструментальный характер и формулируются в виде конкретных требований, предъявляемых к решению проблемы.

4) *Составление календарного плана* (Кто, когда и что будет делать?).

Time-management – умение рационально распределять временные ресурсы на каждом этапе проектной работы. При составлении календарного плана каждому этапу устанавливается срок выполнения и распределяются задания, если проект выполняется группой (командой).

5) *Выбор методологии проектирования* (Как будет воплощена практически идея проекта?).

На данном этапе выбирается методика решения поставленных задач и выработывается механизм контроля процесса реализации проекта.

6) *Синтез и анализ объекта проектирования* (Как выглядит объект проектирования и соответствует ли он установленным требованиям?).

На данном этапе осуществляется моделирование и конструирование объекта. Проводится анализ соответствия заданным функциональным, технико-экономическим, эргономическим и другим критериям качества.

7) *Оформление результатов проекта* в виде чертежей, 3D-моделей, схем, макетов, визитной карточки, видео и др.

8) *Разработка мультимедийной презентации.*

Подбор материала для мультимедийной презентации осуществляется в последовательности, определяемой этапами проектирования, и оформляется в MS PowerPoint (10–12 слайдов по основным структурным составляющим: тема, актуальность, цель, задачи проекта, методология проектирования и т. д.).

При создании мультимедийной презентации рекомендуется избегать ошибок:

- выбор светлого шрифта на темном фоне;
- обилие текста на слайде;
- выбор слишком мелкого шрифта;
- чрезмерное увлечение цветовыми эффектами и др.

9) На *защиту проекта* выносятся результаты в виде презентации, чертежей, макетов и др., которые излагаются в течение 7–10 минут. После этого происходит обсуждение проекта в режиме диалога, вопросно-ответная форма которого обеспечивает обратную связь выступающего со слушателями.

10) *Рефлексия. Перспективы развития проекта.*

*Перспектива* – это вид на будущее, возможность успешного развития проекта. Определению перспектив помогают вопросы:

- Как еще могут использоваться полученные продукты проектной деятельности?
- Возможно ли распространение результатов проекта в другие сферы деятельности?
- Какие проблемы выявились в ходе проектирования и как их можно решить в последующих проектах?

### Поисково-исследовательская работа

Выполните самостоятельный поиск информации о методах и этапах проектирования. Предложите свою схему этапов проектирования, оформив ее как инфографику. Обсудите в классе.

### Контрольные вопросы

1. Объясните, как вы понимаете понятие «проектирование».
2. Расскажите, что может быть результатом проектирования в различных предметных областях.
3. С чего должна начинаться разработка проекта? Обоснуйте свое мнение.
4. Расскажите, как правильно сформулировать цель проекта.
5. Поясните на примерах важность этапа проектирования «*Обоснование актуальности проекта*».
6. Сравните, есть ли разница в содержании проектных документов в области машиностроения и в архитектуре.
7. Имеется ли у вас опыт применения проектных методов? Если да, то поделитесь им с классом.

## 15.2 Требования к проектируемым объектам

### Вы научитесь:

- определять основные функциональные, эстетические и другие требования к проектируемым объектам.

### Ключевые слова

Требование	Талап	Requirement
Эстетические требования	Эстетикалық талаптар	Aesthetic requirements
Функциональные требования	Функционалдық талаптар	Functional requirements
Показатели эргономичности	Эргономикалық көрсеткіштер	Ergonomic indicators



В современном мире люди проявляют все большую требовательность по отношению к приобретаемым товарам. Производители уделяют особое внимание контролю качества продукции, что актуально при обилии на любом рынке фирм-конкурентов. Под *качеством* понимаются свойства объекта, которые в совокупности должны максимально отвечать требованиям потребителей в соответствии со своим назначением.

На начальной стадии проектирования формируется перечень требований к качеству разрабатываемого объекта, которые во многом будут определять направления и особенности ведения проектной работы, учитывая свойства будущей продукции на всех этапах ее жизненного цикла (от задумки до утилизации) и перспектив развития науки и техники.

К основным требованиям к качеству проектируемых объектов относятся:

- функциональность;
- эргономичность;
- надежность;
- эстетичность;
- экономичность;
- технологичность и др.

*Функциональные* требования характеризуют свойства объекта, определяющие его пригодность удовлетворять заданным потребностям.

Требования *эргономичности* объекта характеризуют удобство и комфорт его использования в производственных и бытовых процессах, протекающих в системе «человек – предмет – среда» (рисунок 15.3). В эту группу входят:



Рисунок 15.3

Эргономические требования к эксплуатации ПК

- *антропометрические требования* – соответствие объекта размерам и форме человеческого тела;

- *физиологические требования* – соответствие объекта физиологическим свойствам человека, его силовым, скоростным, зрительным, слуховым, осязательным, вкусовым и обонятельным возможностям;

- *психологические требования* – соответствие объекта психологическим особенностям человека, уровень соответствия объекта возможностям человека воспринимать и перерабатывать информацию.

Требования *надежности* характеризуют свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей в пределах, соответствующих условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Единичными требованиями надежности являются требования безотказности, ремонтпригодности, долговечности, сохраняемости:

- требования *безотказности* характеризуют свойства объектов (фотоаппаратов, компьютеров, телевизоров, стиральных машин, электрических водонагревателей и др.) сохранять работоспособность в течение длительного времени;

- требования *ремонтпригодности* характеризуют свойства объектов, заключающиеся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин повреждений и их устранению (например, средняя продолжительность ремонта и средняя трудоемкость технического обслуживания);

- требования *долговечности* характеризуют свойства объектов сохранять работоспособность до наступления срока технического обслуживания;

- *сохраняемость* – поддержание исправного состояния объекта в течение срока, установленного нормативными и иными документами.



Рисунок 15.4 Эстетичность продукции

Требования *эстетичности* продукции характеризуют эстетическое воздействие продукции на человека и предназначены для оценки степени ее соответствия эстетическим запросам тех или иных групп потребителей в конкретных условиях. Выделяют следующие подгруппы показателей: художественной выразительности, рациональности формы, целостности

композиций, цвета, совершенства производственного исполнения и сохранности товарного вида (рисунок 15.4).



**Экономичность** – себестоимость товара по сравнению с аналогичными товарами, доступными на рынке. Также важна экономичность в эксплуатации. Например, при покупке автомобиля нужно обратить внимание на расход топлива на 100 км пробега.

**Экологичность** – требование безопасности проектируемого объекта для окружающей среды, животного и растительного мира, а также самого человека.

**Технологичность** – требование, характеризующее особенности состава и структуры объекта, влияющие на уровень затрат сырья, материалов, топлива, энергии, труда и времени для производства объекта. Это требование должно учитываться на начальных этапах проектирования объекта.

Всем этим требованиям сегодня уделяют особое внимание. Это связано с прогрессом в науке, технике и развитием культуры потребления.

### Поисково-исследовательская работа

1. Подумайте, для каких изделий важен показатель качества «водонепроницаемость».
2. Проанализируйте, какие показатели качества нужно учитывать при изготовлении учебников для школьников.
3. Проведите анализ изделий, которые имеются у вас дома, и заполните таблицу по образцу:

<i>Изделие или товар в вашем доме</i>	<i>Ваше мнение по соответствию требованиям качества</i>
Смеситель	Эстетичен, но к ремонту не пригоден
Холодильник	Долговечный. Используем его более 10 лет. Работает без отказа
Фен	...
...	...
...	...

4. Выберите одно из изделий, которое не удовлетворяет вас как товар, и подумайте, какие требования вы бы предъявили к процессу проектирования данного вида товара.

### Контрольные вопросы

1. Что такое качество продукции? Приведите примеры.
2. Почему для современных производителей важно обеспечивать высокий уровень качества продукции?
3. Опишите основные требования, предъявляемые к качеству проектируемых объектов.
4. Выполните сравнительный анализ требований эргономичности для легкового и грузового автомобилей.

5. Приведите примеры эстетических требований для различных видов продукции.
6. Как можно оценить экономичность эксплуатации пассажирского самолета? Аргументируйте.

## Глава 16 Визуализация проектных предложений

### Вы узнаете:

- виды и состав технической документации, их особенности и отличия.

### Ключевые слова

Техническая документация	Техникалық құжаттама	Technical documentation
Конструкторская документация	Конструкторлық құжаттама	Design documentation
Эскизный проект	Нобайлық жоба	Sketch design
Пояснительная записка	Түсіндірмелік жазба	Explanatory note
Электронная модель	Электрондық модель	Computer model

### Вспомните:

- какие графические документы относятся к машиностроительным;
- какие графические документы относятся к архитектурно-строительным.

## 16.1 Графические документы

Техническая документация – это совокупность документов, использующихся при исследовании, проектировании, изготовлении, реализации и эксплуатации различных видов продукции – от машин до компьютерных программ. В этих процессах участвует большое количество специалистов, решающих различные задачи – от научных исследований, проектирования продукции до ее изготовления. В результате формируются технические документы, которые подразделяют по видам.

По объектам документирования техническую документацию (используемую в машиностроении) делят на следующие виды:

- *Конструкторская документация* – сборник графических и текстовых документов, которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации и ремонта.

- *Технологическая документация* – комплекс графических и текстовых документов, определяющих технологический процесс изготовления или ремонта изделия.

- *Научно-исследовательская документация* – пакет документов, создаваемых в процессе научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ в различных отраслях техники и производств.

- *Нормативная документация* – комплекс официальных актов производственно-технического, производственно-экономического характера, обязательных (рекомендуемых) для применения в той или иной сфере деятельности.

По характеру информации техническую документацию делят на следующие виды:

- *Исходная документация* – содержит документы, формулирующие первоначальные требования к продукции и являющиеся основой для разработки проектной и рабочей документации.

- *Проектная документация* – состоит из документов, создаваемых в процессе разработки продукции.

- *Рабочая документация* – состоит из документов, содержащих окончательные описания продукции, на основании которых ее изготавливают, контролируют, эксплуатируют и утилизируют.

В машиностроении *конструкторская документация* (КД) является важнейшим видом документации, поскольку именно она определяет, что представляет собой изделие. Конструкторские документы регламентированы стандартами *Единой системы конструкторской документации* (ЕСКД), которые устанавливают нормы и правила по разработке и оформлению КД.

Конструкторские документы (рисунок 16.1) подразделяются на следующие группы:

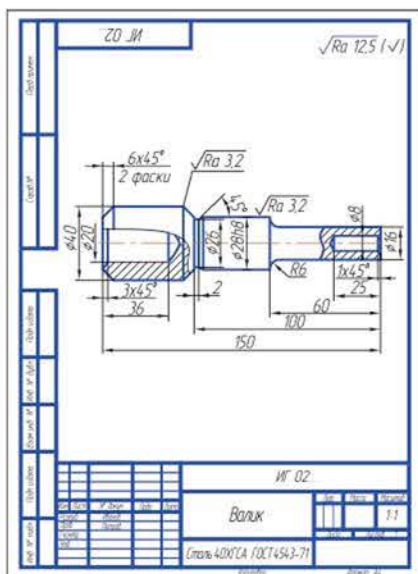
- *Чертеж* – графический документ, содержащий контурные изображения проекций изделия: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида и другие.

- *Эскиз* – графический документ, представляющий собой чертеж, предназначенный для временного использования и выполняющийся от руки в глазном масштабе.

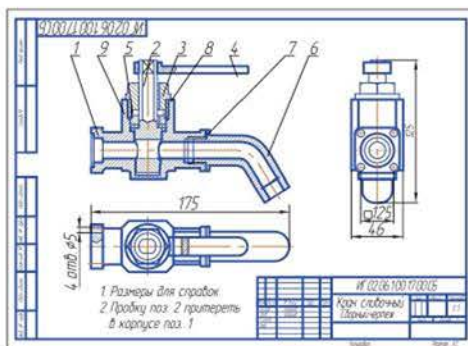
- *Схема* – графический документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

- *Спецификация* – текстовый (табличный) документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Спецификацию готовят к сборочным чертежам, чертежам общего вида, монтажным чертежам и т. п.

• Текстовые документы – конструкторские документы, которые оформляются в основном в виде текста. К ним относятся: пояснительная записка, технические условия, инструкции и др.



а)



б)

Код	ИД	ИИ	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
Документация						
A3			10007.01.00.05	Сборочный чертёж	1	
Детали						
A2	1			Деталь 1	1	
A2	2			Деталь 2	1	
Стандартные изделия						
A4	3		10007.01.01	Болт М2хL=90H	1	
				ГОСТ 7798-70		
A4	4		10007.01.02	Гайка М2хL=5	1	
				ГОСТ 5935-70		
A4	5		10007.01.03	Шайба 24.02	1	
				ГОСТ 11373-78		
Болтовое соединение						

в)

СОДЕРЖАНИЕ	
Реферат	4
Введение	6
1. Исходная информация для разработки данного проекта	6
1.1 Служебное наименование и техническая характеристика изделия	6
1.2 Служебное наименование детали	6
1.3 Определение типа производства	9
2. Технологическая часть	11
2.1 Назначение и классификация поваренной детали	11
2.2 Основные особенности конструкции детали	11
2.3 Выбор заготовки и методы её изготовления	12
2.4 Технические требования к материалу и детали	13
2.5 Выбор методов и средств технического контроля качества детали	14
2.6 Выбор маршрутного технологического процесса изготовления детали	16
2.6.1 Анализ точности изготовления детали	16
2.6.2 Анализ технологического процесса изготовления детали	16
2.7 Резервный анализ	30
2.8 Расчет припусков разнотипными методами	22
2.9 Расчет реальных размеров разнотипными методами	38
2.10 Расчет норм времени	32
3. Конструирование части	35
3.1 Расчет и проектирование оптимального ступенчатого прикосновения	35
3.2 Служебное наименование и техническая характеристика работы	41
3.3 Анализ компоновочной схемы РПК	42
3.4 Алгоритм функционирования РПК	47
3.5 Построение диаграммы работы РПК	48
3.6 Анализ и оценка пропускной способности РПК	49
4. Организационная часть	50
4.1 Расчет потребного количества оборудования	50
4.2 Расчет численности промышленно-производственного персонала	55
4.3 Планировка и расчет площади участка	57
4.4 Организация транспортного хозяйства	59
4.5 Организация инструментального хозяйства	60

г)

Рисунок 16.1 Некоторые виды конструкторских документов: а) чертёж детали; б) сборочный чертёж; в) спецификация; г) расчетно-пояснительная записка

- Электронная модель – взаимосвязанный набор данных на ПК, формируемый и используемый при проектировании изделия и определяющий его свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации этого изделия (рисунок 16.2). Выделяют электронные модели деталей и электронные модели сборочных единиц.

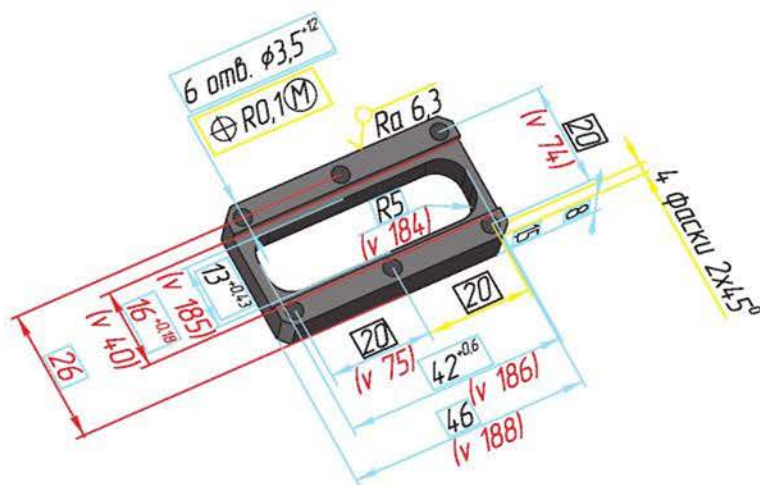


Рисунок 16.2 Электронная модель детали

При создании нового изделия разрабатывается комплект конструкторской документации на данное изделие (рисунок 16.3).

Исходным документом для начала разработки служит техническое задание, которое устанавливает основное назначение разрабатываемого изделия, его технические характеристики, показатели качества, технико-экономические требования и предписания по выполнению документации.

- Техническое предложение – это совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий.

- Эскизный проект – вид проектной конструкторской документации на изделие, содержащей принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление о конструкции и принципе работы изделия, а также данные, определяющие его соответствие назначению.

- Технический проект содержит окончательные технические решения, дает полное представление о конструкции разрабатываемого изделия и включа-

ет данные, необходимые и достаточные для разработки рабочей конструкторской документации.

- Рабочая конструкторская документация – документация, по которой изготавливают изделие.

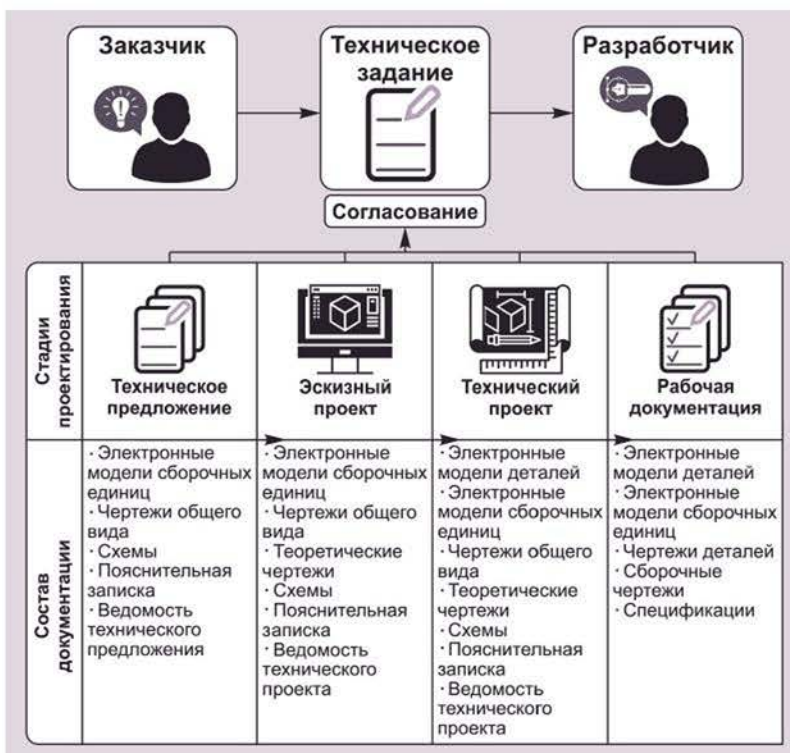


Рисунок 16.3 Стадии проектирования нового изделия и состав документации

Техническая документация в строительстве отличается от машиностроительной. Эскизный проект в ряде случаев используется для первичного согласования проекта. Результатом работы архитекторов на данной стадии проектирования являются рисунки, макеты зданий, а также основные чертежи.

В последующем уточняются параметры здания, конструктивная схема, подбираются строительные-отделочные материалы и пр. В результате технические документы становятся более подробными и включают: генеральный план, благоустройство территории, подъездные пути, коммуникации (водо-, теплоснабжение и др.).

**Поисково-исследовательская работа**

1. Подумайте и составьте список графических документов, необходимых для проектирования: одежды; ювелирного изделия; велосипеда; дачного домика.
2. Обсудите результат своей работы с классом.

**Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте понятие «техническая документация».
2. На какие виды по объектам документирования подразделяют техническую документацию?
3. Обоснуйте, чем различаются проектная и рабочая документация.
4. Охарактеризуйте конструкторские документы: чертеж, эскиз, схема, спецификация.
5. Что такое техническое предложение? Приведите пример.
6. Чем отличается эскизный проект от технического проекта?
7. Выполните сравнительный анализ машиностроительной и строительной технической документации.

**16.2 Визуализация творческих идей****Вы научитесь:**

- применять разные средства для визуализации проектных предложений (эскиз, чертеж, макет).

**Ключевые слова**

Визуализация	Визуалдау	Visualization
Творческая идея	Шығармашылық идея	Creative idea
Проектное предложение	Жобалық ұсыныс	Project proposal

**Вспомните:**

- что такое визуализация;
- какие средства применяют для визуализации творческих идей.



Визуализация – это мощный инструмент, с помощью которого можно материализовать все ваши творческие идеи и замыслы. Это могут быть маленькие идеи, которые являются решением части большого и важного дела. Например, преподаватель, чтобы объяснить сложное понятие или тему, для наглядности выполняет рисунок мелом на доске, делает макет, плакат или мультимедийную презентацию.

Идея может возникнуть спонтанно или на основе какой-либо потребности, заказе клиента. В итоге к проектной работе могут быть привлечены десятки творческих людей. Например, в конкурсе на проект и строительство комплекса ЭКСПО-2017 в столице Казахстана Астане (ныне г. Нур-Султан) участвовали архитекторы и строители со всего мира. Также в результате конкурса появилась мечеть, построенная в стиле постмодернизма, сочетающая традиционные орнаменты и декоративные элементы (рисунок 16.4). Особенностью здания стали зеленые технологии: мечеть работает на солнечных батареях, полностью обеспечивая себя электроэнергией.



Рисунок 16.4 Мечеть им. Рыскельды кая  
в г. Нур-Султане (проект и здание)

Другой пример – международный архитектурный конкурс проектов по воссозданию обрушившегося после пожара шпиля Собора Парижской Богоматери в Париже. Основное требование к архитекторам, которое выдвинуло правительство Франции, чтобы новый шпиль соответствовал современным технологиям и духу времени (рисунок 16.5).

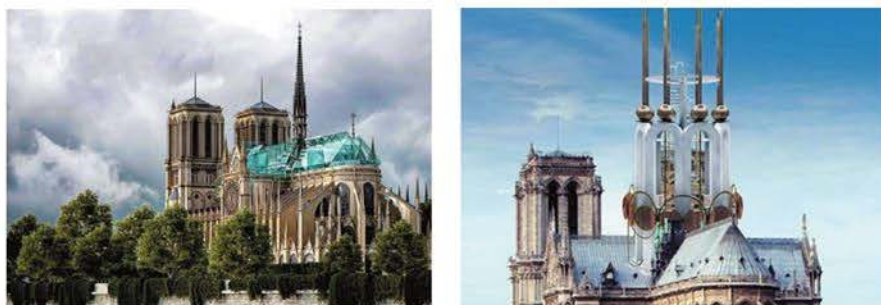


Рисунок 16.5 Дизайнерские варианты нового шпиля для Собора Парижской Богоматери, предложенные архитекторами из разных стран мира

Вы можете самостоятельно исследовать материалы о великих изобретениях, знаменитых архитектурных сооружениях, автомобилях, моделях одежды, мебели и др. Следует обратить внимание на то, как авторы визуализировали первоначальные творческие идеи, как они донесли их до широкой аудитории,



инвестору или заказчику. Следующим этапом идет реализация творческих идей, формирование графических или расчетно-графических документов.

Существуют различные возможности визуализации результатов проектной деятельности с помощью эскизов, чертежей, макетов, инфографики, рендеринга, анимации и др. Развитие информационных технологий привело к тому, что практически все технические документы в настоящее время выполняются при помощи ПК и являются электронными документами, в которых информация представлена в электронно-цифровой форме (рисунок 16.6).



Рисунок 16.6 Виды электронных технических документов

Такой формат проектных документов удобен при внесении изменений, изготовлении деталей на современных станках с числовым программным управлением (ЧПУ), для получения твердых копий с помощью печати на принтере, плоттере, 3D-принтере (рисунок 16.7).



Рисунок 16.7 Примеры применения 3D-принтера для печати частей автомобиля, обуви

Основная составляющая любого проекта – чертежи, модели, макеты, по которым строятся здания, изготавливаются мебель, самолеты, ювелирные изделия и пр. Чтобы донести технические, стилистические, декоративные решения, предлагаемые проектировщиком, применяется визуализация.

Один из примеров визуализации творческой идеи – макетирование. Рассмотрим макет мяча (рисунок 16.8 а).

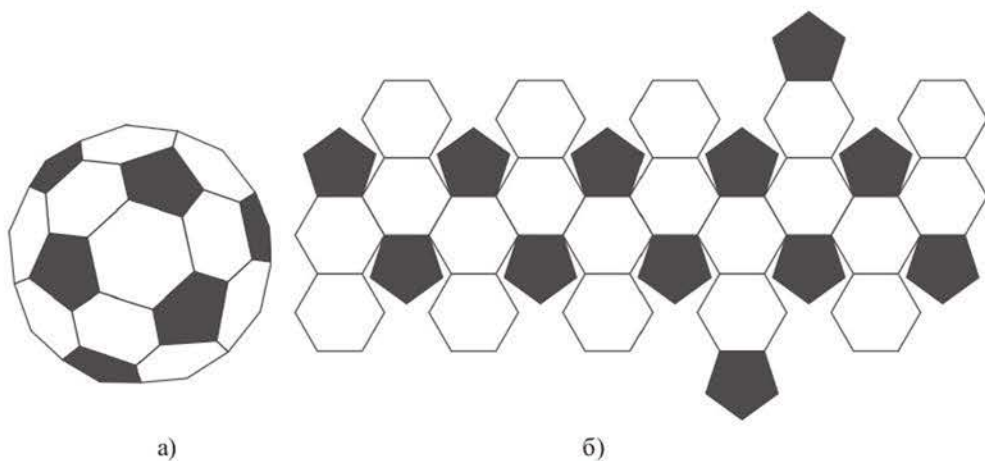


Рисунок 16.8 Макет (а) и развертка мяча (б)

Его можно выполнить следующим образом:

- построить 3D-модель в графической программе;
- выполнить развертку (рисунок 16.8 б);
- распечатать развертку на принтере;
- вырезать и склеить.

Преимущества компьютерной визуализации – точность в показе фактур, деталей, реалистичное построение модели освещения. Например, на рисунке 16.9 видны и мрамор лестницы, и игра отражений в зеркальных панелях, и камерный теплый свет холла.

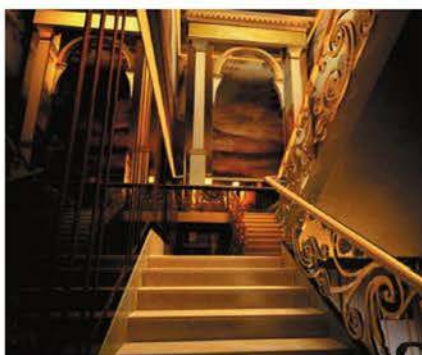


Рисунок 16.9 Компьютерная визуализация интерьера

В ручной подаче привлекает авторская графика. Эскиз, выполненный от руки, зачастую выглядит более живым, чем абсолютно правильная, реалистичная 3D-визуализация (рисунок 16.10).



Рисунок 16.10 Эскиз интерьера, выполненный от руки

В каждом конкретном случае проектировщик решает сам, как он хочет визуализировать свои проектные предложения. Однако для изготовления любого изделия промышленным способом потребуется разработать электронную техническую документацию.

### Поисково-исследовательская работа

1. Изучите творчество Леонардо да Винчи. Какие средства визуализации он применял для своих изобретений? Подберите рисунки, чертежи, на которых показаны его изобретения. Обсудите с классом.
2. Составьте перечень проблем, которые вы видите в обществе, дома, школе, микрорайоне. Выберите 1–2 из них, которые считаете приоритетными. Подумайте и обсудите с одноклассниками решения по данным проблемам. Попробуйте визуализировать решение хотя бы одной из них.



Изучив содержание раздела, вы освоили навыки построения 3D-модели сборочной единицы, архитектурно-строительного чертежа, а также визуального отображения данных в различных сферах средствами инфографики.



### **Контрольные вопросы**

1. Объясните, что такое визуализация.
2. Приведите примеры визуализации идей из различных областей творчества.
3. Насколько важен процесс визуализации идеи?
4. Каковы, по вашему мнению, возможности визуализации творческих идей с помощью макетов? В каких областях творчества это наиболее целесообразно?
5. Приведите примеры визуализации идей в различных областях с применением 3D-принтера.

## **Глава 17 Творческие задачи с элементами проектной деятельности**

### ***Вы научитесь:***

- *выполнять задания с элементами проектной деятельности и конструирования в области техники/дизайна/архитектуры, применяя различные средства графики (ручная/компьютерная графика/макетирование).*



### ***Вспомните:***

- *что такое проектирование, моделирование, макетирование;*
- *какие методы используются при проектировании;*
- *из каких этапов состоит проектная работа;*
- *какие требования предъявляют к проектируемым объектам;*
- *способы визуализации проектных предложений.*

В современном обществе наиболее востребованы люди, способные к самообразованию и саморазвитию, которые могут быстро приспосабливаться к меняющимся условиям, стремительному развитию техники и технологий. Необходимыми становятся не только знания, но и понимание того, где и как эти знания применить. Одним из главных качеств человека в мире огромного количества быстро меняющейся информации является умение ее найти и систематизировать. Для того чтобы по окончании школы ученик был конкурентоспособным в современном мире, нужно, чтобы он умел:

- организовать свою деятельность, определять ее цели и задачи, выбирать средства реализации и применять их на практике, взаимодействовать с другими людьми в достижении общих целей, оценивать достигнутые результаты;
- объяснять явления действительности, выделять их существенные признаки, систематизировать и обобщать, устанавливать причинно-следственные связи, оценивать их значимость;
- решать задачи, связанные с выполнением определенной деятельности, сформировать умение анализировать проблемные ситуации и выбирать способы их разрешения;
- вести поиск, анализ и обработку информации, используя современные IT-технологии;
- развивать навык рефлексии, делать сознательный выбор, понимать себя и особенности окружающих. Осознанность считается одной из ключевых компетенций XXI века. Она помогает концентрироваться на настоящем и при этом видеть будущее.

Проектная работа как вид организации учебной деятельности способствует достижению описанных навыков и компетенций, так как она направлена на решение практических задач, мотивирует учащихся на приобретение новых знаний и умений. Любая творческая работа, в том числе и учебная, должна включать в себя деятельность, связанную с изучением и переосмыслением имеющегося опыта, анализом технических прототипов, аналогов, преобразованием исходных данных.

Особенности творческих задач:

- условие творческой задачи должно предопределять возникновение проблемной ситуации, а решение – побуждать к использованию имеющихся знаний в новых ситуациях, а иногда к самостоятельному добыванию новых знаний;
- алгоритм решения задачи заранее неизвестен;
- вариативность решения задач, благодаря чему возникает индивидуальный поиск, логическим завершением которого является субъективно новый результат;
- творческие задачи соответствуют высшей ступени усвоения знаний, поэтому должны, как правило, завершать собой изучение раздела или курса в целом.

Классификация творческих задач с элементами проектной деятельности и конструирования в области техники/дизайна/архитектуры с применением различных средств графики (ручная/компьютерная графика/макетирование) представлена на рисунке 17.1.



Рисунок 17.1 Схема классификации творческих задач с элементами проектной деятельности и конструирования

Тему творческой задачи с элементами проектной деятельности и конструирования, область (техника/дизайн/архитектура) и графическое средство (ручная/компьютерная графика/макетирование) учащиеся предлагают самостоятельно. Работу можно выполнять индивидуально или командой (2–3 человека) в зависимости от сложности решаемой задачи.

Ниже приведены *примерные темы творческих проектов*.

### 1. Разработать 3D-модель стрелчатой плоскорежущей лапы культиватора.

Казахстан – страна с развитой сельскохозяйственной отраслью, обладающая обширными угодьями для выращивания пшеницы, ячменя, овса, подсолнечника, рапса и других культур. Поэтому большое значение имеет техника для обработки земли. Перед посевом почву обрабатывают культиватором (рыхлителем), который прицепляют к трактору (рисунок 17.2 а).

В ходе выполнения проекта:

- изучить назначение культиватора, конструкцию стрелчатой плоскорежущей лапы (рисунок 17.2 б);
- разработать 3D-модели оригинальных деталей лапы культиватора;
- построить 3D-сборку лапы с использованием библиотек стандартных элементов, выполнить визуализацию;

- по 3D-моделям автоматически сгенерировать чертежи деталей и сборочный чертеж, составить спецификацию.

Размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.

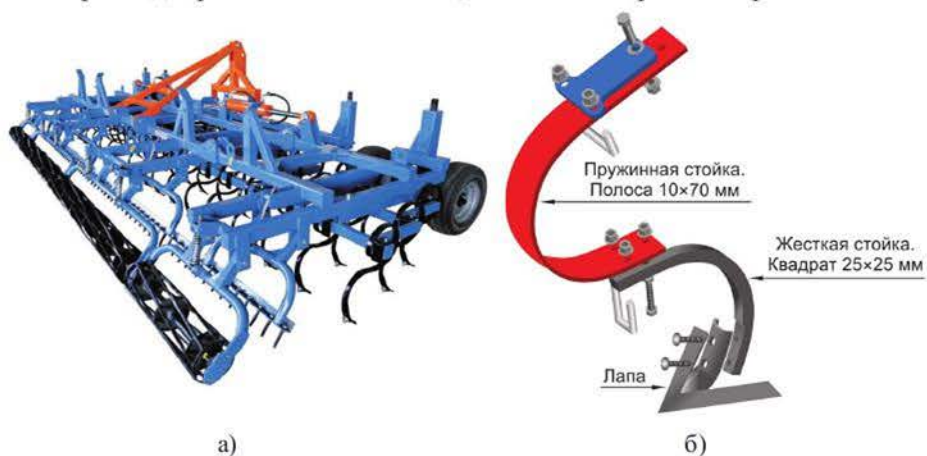


Рисунок 17.2 Культиватор (а) и лапа культиватора (б)

## 2. Разработать 3D-модель бороны зубовой (рисунок 17.3).

В ходе работы:

- изучить назначение и конструкцию бороны трехзвенной с зубьями круглого сечения;
- разработать 3D-модели (рисунок 17.4) и чертежи оригинальных деталей бороны;
- построить 3D-сборку с использованием библиотек стандартных элементов, выполнить визуализацию;
- автоматически сгенерировать сборочный чертеж, составить спецификацию.

Размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.

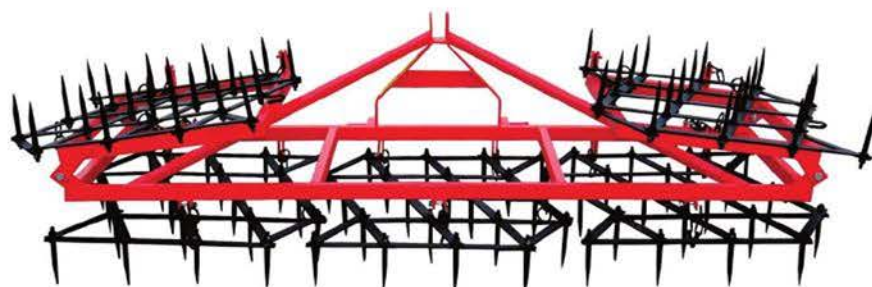


Рисунок 17.3 Борона зубовая

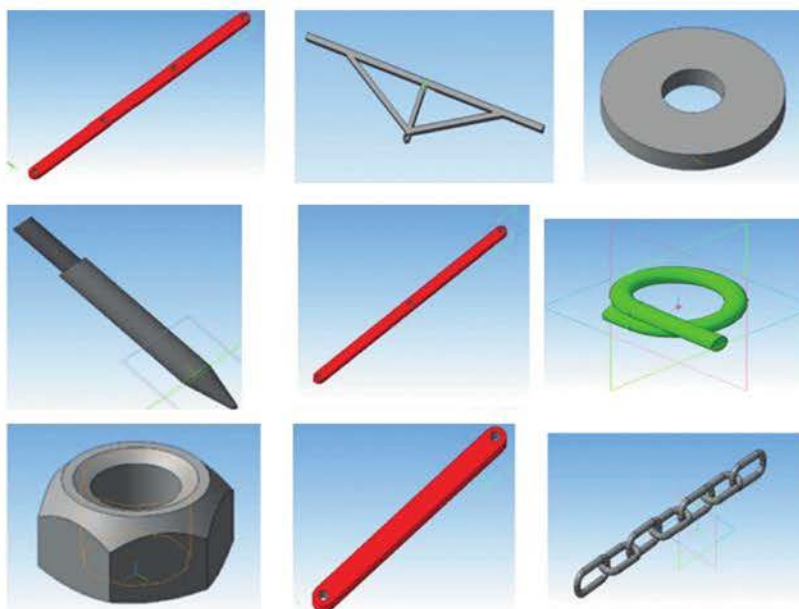


Рисунок 17.4 3D-модели деталей бороны зубовой

### 3. Разработать 3D-модель юрты.

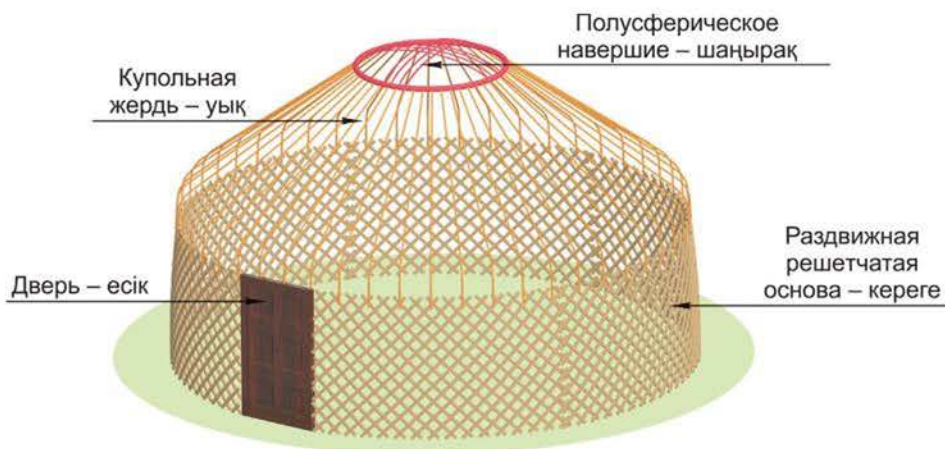


Рисунок 17.5 Конструктивные элементы юрты

В ходе выполнения проекта:

- изучить конструкцию юрты (рисунок 17.5) и геометрию основных ее элементов;
- построить 3D-модели и чертежи элементов решетчатой основы, купольных жердей, шанырака, двери;



- выполнить 3D-сборку и визуализацию (рисунок 17.6).

Размеры подобрать самостоятельно. Обосновать проектные решения и принятый алгоритм построений.

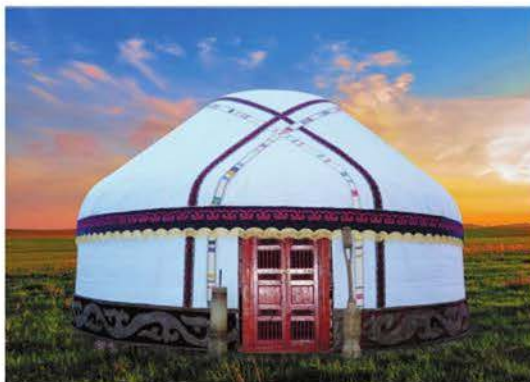


Рисунок 17.6 Юрта

#### 4. Разработать 3D-модель бассейна под купольной крышей (рисунок 17.7).

Особая форма купольных сооружений (домов, беседок, бассейнов) является перспективным направлением современного строительства в силу ряда преимуществ, одно из которых – возможность изготовления конструкций с помощью 3D-печати.

В ходе выполнения проекта:

- изучить различные конструкции купольных строений;
- разработать 3D-модели и чертежи купольного бассейна;
- построить 3D-сборку, выполнить визуализацию.

Размеры и материалы подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.7 Бассейн под купольной крышей



### 5. Разработать проект дома.

По изображению дома (рисунок 17.8) с заданными габаритами (10,8×7,8 м):

- выполнить внутреннюю планировку помещений, экспликацию;
- спроектировать кровлю;
- создать 3D-модель дома, выполнить визуализацию;
- на листе чертежа построить фасад, разрез, вставить картинку с изображением 3D-модели.

Недостающие размеры выбрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.8 Фасад и план дома

### 6. Разработать проект пандуса для фасада здания аптеки (рисунок 17.9).

Для этого:

- обосновать социальную актуальность проблемы;

- изучить разновидности пандусов и их параметры;
- выполнить необходимые расчеты и эскизы;
- построить рабочий чертеж пандуса и 3D-модель, выполнить визуализацию.

Размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.9 Фасад аптеки

**7. Построить архитектурный объект, используя технику киригами.** Изучив назначение и конструкцию объекта, в графической программе на плоскости построить схему для дальнейшего вырезания. Подобрать масштаб для построения, соблюдая размеры и пропорции. Выполнить текстурирование. Распечатать схему на принтере (плоттере), вырезать и удалить ненужные элементы. Изучите возможность преобразовать полученный объект в архитектурный 3D-макет (рисунок 17.10).



Рисунок 17.10 Модель Эйфелевой башни

**8. Разработать компьютерный дизайн детского чемоданчика в виде игрушки.** Чемоданчик понравится детям и будет удобен родителям, особенно в путешествиях. В ходе работы изучить:

- физиологические возможности ребенка (сколько килограммов ему можно поднимать);
- допускаемые размеры ручной клади при полете или поездке на общественном транспорте;
- форму, цветовую гамму чемодана;
- дизайн существующих вариантов изделия (рисунок 17.11).

Для предложенного варианта разработать эскизы, 3D-модель, чертежи.



Рисунок 17.11 Детские чемоданчики

**9. Разработать компьютерную модель игрушки-трансформера по мотивам казахского фольклора, литературы, мультфильмов (например, «Қошқар мен теке», рисунок 17.12).** Проект окажет благотворное влияние на детей, прививая им интерес и любовь к родной культуре.



Рисунок 17.12 Кадры из мультфильма «Қошқар мен теке»

В ходе работы выполнить наброски, эскизы, чертежи составляющих деталей.

Построить 3D-модели и выполнить 3D-сборку. Создать анимацию и визуализацию.

**10. Разработать модель игрушки методом макетирования из бумаги, картона, пластмассы.** Для этого выполнить чертежи развертки поверхностей средствами компьютерной графики. Проработать текстуру и фактуру предмета. Образцы макетов игрушек показаны на рисунке 17.13.



Рисунок 17.13 Образцы макетов игрушек

**11. Разработать компьютерную 3D-модель игрушки-трансформера** (рисунок 17.14).

Трансформер состоит из деталей, отличающихся формой и размерами. Выполняя преобразование модели путем перемещения частей, можно получить разные игрушки.

Разработать эскизы, чертежи деталей. Построить 3D-модели и выполнить 3D-сборку. Создать анимацию и визуализацию.

Размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.14 Образцы игрушек-трансформеров

**12. Смоделировать подставку для цветов.**

Разработать эскизы и чертежи. Построить 3D-модели деталей, выполнить 3D-сборку. Создать визуализацию.

Размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения. Образцы подставок показаны на рисунке 17.15.



Рисунок 17.15 Образцы подставок для цветов

**13. Разработать дизайн ограждения школьного двора (рисунок 17.16).**

Построить эскизы (чертежи), 3D-модели деталей, выполнить 3D-сборку. Создать визуализацию. Материалы и размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.16 Варианты оформления ограждения

**14. Разработать дизайн школьной зоны отдыха (рисунок 17.17).**

Построить эскизы (чертежи), 3D-модели деталей, выполнить 3D-сборку. Создать визуализацию. Материалы и размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.17 Образцы школьных зон отдыха

**15. Смоделировать книжную полку (рисунок 17.18).**

Разработать эскизы и чертежи. Построить 3D-модели деталей, выполнить 3D-сборку. Создать визуализацию. Материалы и размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.18 Конструкции книжных полок

**16. Разработать дизайн школьного кабинета (рисунок 17.19).**

Построить эскизы (чертежи), 3D-модели деталей, выполнить 3D-сборку. Создать визуализацию. Материалы и размеры подобрать самостоятельно, обосновать принятые решения.



Рисунок 17.19 Дизайн кабинета английского языка

**17. Разработать дизайн казахского национального сосуда для кумыса (рисунок 17.20).** В ходе работы изучить материал, форму, размеры торсыка, орнамент на нем. Для предложенного варианта разработать эскизы, 3D-модель, развертку.

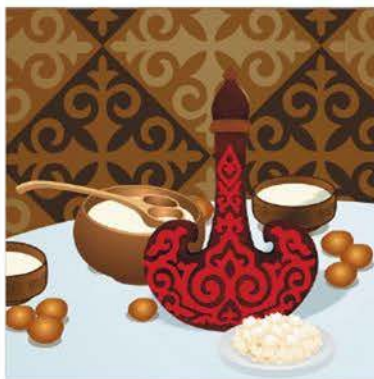


Рисунок 17.20 Графический дизайн торсыка

Решение творческих задач – это увлекательное путешествие в мир, где вы узнаете много нового и многому научитесь.

Находите простые решения, воспитывайте в себе волю, терпение. Учитесь вырабатывать аргументы, отстаивать мнение, защищая свой проект.  
Желаем вам успехов!



## ГЛОССАРИЙ

**Булевы операции** (в графике) – операции для создания нового тела на основе двух или более уже существующих тел.

**Векторная графика** – способ представления объектов и изображений, основанный на математическом описании элементарных геометрических объектов, обычно называемых примитивами, таких как: точки, линии, сплайны, кривые Безье и др.

**Визуализация** – создание зрительного образа. Инструмент, с помощью которого можно материализовать творческие идеи и замыслы.

**Клип-арт** – набор графических элементов для составления целостного графического дизайна.

**Компьютерная графика** – область деятельности, в которой компьютерные технологии используются для создания изображений, а также обработки визуальной информации.

**Конструкторская документация** – совокупность графических и текстовых документов, которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации и ремонта.

**Пиксель** – это наименьший элемент двумерного цифрового изображения или элемент матрицы дисплеев, содержащий информацию о цвете.

**Поверхностное моделирование** – технология, применяемая для создания объемных объектов и форм.

**Полигон** – совокупность простых двумерных геометрических фигур, с помощью которых можно представить поверхность трехмерного объекта.

**Примитив** – изображение в виде совокупности простых геометрических объектов (например, отрезок, дуга, окружность, многоугольник, сплайн и т. д.).

**Проектная документация** – документы, создаваемые в процессе разработки продукции, содержащие промежуточные ее описания.

**Рабочая документация** – документы, содержащие окончательные описания продукции, на основании которых ее изготавливают, контролируют, эксплуатируют и утилизируют.

**Растровая графика** – изображение, представляющее собой сетку пикселей или точек цветов (обычно прямоугольную) на компьютерном мониторе, бумаге и других отображающих устройствах и материалах.

**САПР** (Система автоматизированного проектирования) – программы расчетно-графического характера, применяющиеся в разных отраслях промышленности.

**Спецификация** – текстовый (табличный) документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

**Сплайн** – кривая, строящаяся последовательным созданием вершин, которые автоматически соединяются криволинейными сегментами.

**Твердотельное моделирование** – проектирование тел, имеющих все признаки физического объекта.

**Текстура** – растровое изображение, накладываемое на поверхность полигональной модели для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа.

**Технологическая документация** – совокупность графических и текстовых документов, определяющих технологический процесс изготовления или ремонта изделия.

**Трехмерная (3D) графика** – раздел компьютерной графики, посвященный методам создания изображений путем моделирования объемных объектов в трехмерном пространстве.

**3D-сборка** – трехмерный объект, объединяющий компоненты сборки (3D-модели деталей и стандартных изделий), содержащий информацию о взаимном расположении компонентов и связях между их параметрами.

**Фактура** – характер поверхности объекта, его рельефность.

**Фрактальная графика** – изображение, составленное из множества самоподобных геометрических фигур.

**Электронный технический документ** – документ, в котором информация представлена в электронно-цифровой форме.

**Электронная модель** – взаимосвязанный набор данных на ПК, формируемый и используемый при проектировании изделия и определяющий его свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации этого изделия.

**Эскизный проект** – вид проектной конструкторской документации на изделие, содержащей принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление о конструкции и принципе работы изделия.

**Электронная модель детали** – документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю (включая предельные отклонения размеров, шероховатости поверхности и др.).

## **Инструкция по технике безопасности и правилам поведения в компьютерном классе**

К работе в компьютерном классе допускаются только учащиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности, соблюдающие указания учителя, расписавшиеся в журнале регистрации инструктажа.

Необходимо неукоснительно соблюдать правила по технике безопасности, так как нарушение этих правил может привести к поражению электрическим током, вызвать возгорание и навредить вашему здоровью.

### ***Требования безопасности перед началом работы:***

1. Учащимся запрещается:
  - входить в кабинет в грязной обуви, верхней одежде, головных уборах, с громоздкими предметами, едой и напитками;
  - шуметь, громко разговаривать и отвлекать других учащихся;
  - бегать, прыгать, самовольно передвигаться по кабинету;
  - выключать или включать оборудование без разрешения преподавателя.
2. Перед началом занятий все личные мобильные устройства учащихся (телефон, плеер и т. п.) должны быть выключены.
3. Учащемуся разрешается работать только на том компьютере, который закреплен за ним на данном занятии.
4. Перед началом работы учащийся обязан осмотреть рабочее место и свой компьютер на предмет отсутствия видимых повреждений оборудования.
5. Напряжение в сети кабинета включается и выключается только преподавателем.

### ***Требования безопасности во время работы:***

1. С техникой обращаться бережно: не стучать по мониторам, мышкой об стол, не ударять по клавишам клавиатуры.
2. При возникновении неполадок (появлении изменений в функционировании аппаратуры, самопроизвольного ее отключения) необходимо немедленно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.
3. Учащийся не должен пытаться исправить неполадки в оборудовании самостоятельно.
4. Учащийся должен выполнять за компьютером только те задания, которые даны преподавателем.

5. Учащемуся следует контролировать расстояние до экрана и правильную осанку.
6. В случае возникновения нештатных ситуаций учащиеся должны сохранять спокойствие и четко следовать указаниям преподавателя.

***Запрещается:***

- эксплуатировать неисправную технику;
- при включенном напряжении сети отключать, подключать кабели, соединяющие различные устройства компьютера;
- работать с открытыми крышками устройств компьютера;
- касаться экрана монитора, его тыльной стороны, разъемов, соединительных кабелей, токоведущих частей аппаратуры;
- во время работы касаться труб, батарей отопления;
- самостоятельно устранять неисправность работы клавиатуры;
- передвигать системный блок, дисплей или стол, на котором они стоят;
- загромождать проходы в кабинете сумками, портфелями, стульями;
- класть какие-либо предметы на системный блок, дисплей, клавиатуру;
- работать грязными, мокрыми руками, во влажной одежде;
- работать при недостаточном освещении;
- работать за дисплеем дольше положенного времени.

***Запрещается без разрешения преподавателя:***

1. Включать и выключать компьютер, дисплей и другое оборудование.
2. Использовать различные носители информации (диски, флешки).
3. Подключать кабели, разъемы и другую аппаратуру к компьютеру.

***Требования безопасности в аварийных ситуациях:***

1. При появлении программных ошибок или сбоях оборудования учащийся должен немедленно обратиться к преподавателю.
2. При появлении необычного звука или отключении аппаратуры учащийся должен немедленно прекратить работу и доложить об этом преподавателю.
3. При появлении запаха гари необходимо прекратить работу, выключить аппаратуру и сообщить об этом преподавателю.
4. При попадании человека под напряжение необходимо обесточить соответствующее рабочее место, оказать первую доврачебную помощь и вызвать скорую помощь.
5. При возникновении пожара необходимо обесточить компьютерный класс, вызвать пожарную команду и приступить к тушению пожара имеющимися средствами.

***Требования безопасности по окончании работы:***

1. По окончании работы учащийся должен дождаться, пока преподаватель подойдет и проверит состояние оборудования, сдать работу, если она выполнялась.
2. Встать не торопясь, собрать свои вещи и тихо выйти из класса, чтобы не мешать другим учащимся.

## Список использованной литературы

1. Баранова И. В. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика. Учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 272 с.
2. Богатов Н. М., Григорьян Л. Р., Митина О. Е. Практические задания по компьютерному моделированию в инструментальной среде КОМПАС-3D LT: практикум. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2011. – 57 с.
3. Будкеев Д. Н. Инженерная графика с основами проектирования: учебно-методическое пособие по самостоятельной работе. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2008. – 138 с.
4. Гервер В. А. Творческие задачи по черчению: Книга для учителя. – М.: Просвещение, 1991. – 128 с.
5. Краля Н. А. Метод учебных проектов как средство активизации учебной деятельности учащихся: Учебно-методическое пособие. – Омск: Изд-во ОмГУ, 2005. – 59 с.
6. Кульбаева В. Б., Танбаев Х. К. Графика и проектирование. Учебник для 10 класса общеобразовательной школы. В двух частях. – Кокшетау: Келешек-2030, 2019. – 288 с.
7. Скобелева И. Ю., Ширшова И. А., Гареева Л. В., Князьков В. В. Инженерная графика: учеб. пособие. НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 189 с.
8. Тимофеев В. Н., Шашин А. Д. Сборник заданий по геометрическому моделированию: учебное пособие. – М.: МГИУ, 2012. – 154 с.
9. Типовая учебная программа по учебному предмету «Графика и проектирование» для 10–11 классов уровня общего среднего образования по обновленному содержанию. – Астана: Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, 2017.
10. Яковлева Н. Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – 2-е изд. – М.: ФЛИНТА, 2014. – 144 с.

### Дополнительная литература

1. Безносова О. Ю. Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Компьютерная графика». – Иркутск, 2016. – 22 с.
2. Вальтер А. В. Системы подготовки электронной технической документации. – Томск, Томский политехнический университет, 2014. – 207 с.
3. Головашин В. Л. Основы компьютерной графики: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.
4. Мурзагалиева А. Е., Утегенова Б. М. Сборник заданий и упражнений. Учебные цели согласно таксономии Блума. – Астана: АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы» Центр педагогического мастерства, 2015. – 54 с.
5. Соосаар Н. и др. Интерактивные методы преподавания. – СПб.: Златоуст, 2004.

**ДУБИНЕЦ Ирина Михайловна**  
**КУЛЬБАЕВА Валя Боташевна**  
**ЕРГАЛИЕВ Жаслан Джамбулович**

# ГРАФИКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

## УЧЕБНИК

*для учащихся 11 класса*  
*общеобразовательной школы*

+CD

Редакторы	И. В. Крамарева И. Т. Ташенова
Дизайнеры	Е. Е. Велькер Я. А. Гаража
3D-визуализатор	Р. Б. Самигуллов
Технический редактор	Е. Б. Муташев
Корректор	М. О. Джусупова

Код 611007



ИП Келешек-2030 баспасы  
Республика Казахстан,  
020000, г. Кокшетау.

Офис издательства: ул. Абая, 112а,  
тел.: 8 (7162) 72-29-43 (приемная),  
8 (7162) 44-18-64, +7 708 444 18 64,

моб. тел.: +7 702 781 06 78, +7 705 745 09 75.

<http://www.keleshek-2030.kz>, E-mail: [torg@keleshek-2030.kz](mailto:torg@keleshek-2030.kz)