Учреждение образования Федерации профсоюзов Беларуси
«Международный университет «МИТСО»

Факультет экономический
Кафедра информационных технологий

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
_____О.Б.Хорошко
29. 05 2026 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
_____А.В.Ковтунов
07. 07 2026 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

для специальности 6-05-0414-04 Управление информационными ресурсами

Составитель: М.А. Калинин, старший преподаватель кафедры информационных технологий учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО»

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании кафедры информационных технологий учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет МИТСО»
29. 05 2026 г., протокол № 11

Утверждено на заседании научно-методического совета учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО»
07. 07. 2026 г., протокол № 6

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
Кафедра микропроцессорных систем и сетей УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (Кашникова И.В., заведующий кафедрой);
Гришко Н.И., доцент кафедры экономики и менеджмента УО ФПБ «Международный университет «МИТСО», к.т.н., доцент

Регистрационный № УД-083-26/7

Регистрационное свидетельство № 1202021665 от 11.02.2020, новый, как актуализация "Интернет компьютерная графика" 20.07.2026

АКТУАЛИЗИРОВАН
заседание кафедры _____
_____ учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет МИТСО»
_____20_____, протокол №_____

заседание научно-методического совета учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО»
_____ 20__ г., протокол № ___

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 4
УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 5
I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 16
Тема 1. Введение 16
Тема 2. Представление цвета в компьютере 21
Тема 3. Фракталы 26
Тема 4. Графический редактор векторной графики 32
Тема 5. Графический редактор растровой графики 36
Тема 6. Аппаратные средства компьютерной графики 40
II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 46
Задания для лабораторных работ 46
Лабораторная работа № 1. Знакомство с графической системой КОМПАС-3D V10 46
Лабораторная работа № 2. Создание проекционных чертежей 53
Лабораторная работа № 3. Знакомство с оформлением чертежа средствами графического редактора 58
Лабораторная работа № 4. Построение изображений на основе библиотечных фрагментов 66
Лабораторная работа № 5. Создание сборочных чертежей, рабочих чертежей деталей, спецификаций 72
Лабораторная работа № 6. Создание 3D–моделей деталей 80
Лабораторная работа № 7. Создание ассоциативных чертежей 89
III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 91
Тестовые задания 91
Примерный перечень вопросов к экзамену 100
IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 102
Список рекомендуемой литературы 102

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (далее – ЭУМК) по учебной дисциплине «Компьютерная графика» создан в соответствии с требованиями Постановления Министерства образования Республики Беларусь 08.11.2022 № 427 и предназначен для обучающихся, получающих общее высшее образование по специальности 6-05-0414-04 «Управление информационными ресурсами».

Цель ЭУМК – обеспечение максимальной доступности и конкретности изучаемого материала по дисциплине. Практическая значимость состоит в том, что данное издание позволяет конкретизировать и спланировать учебную деятельность слушателей, разнообразить формы усвоения достаточно сложного материала.

Основными структурными элементами ЭУМК являются:

- учебная программа по дисциплине;
- теоретический раздел, включающий конспект лекций для теоретического изучения учебной дисциплины;
- практический раздел, содержащий учебно-методические материалы для поведения практических занятий, задачи для индивидуальной работы;
- раздел контроля знаний, в котором представлены контрольные вопросы по дисциплине, вопросы для самостоятельного изучения по всем предусмотренным учебной программой темам дисциплины;

Рекомендации по организации работы с ЭУМК. Для лучшего усвоения получаемых знаний слушателям рекомендуется сначала ознакомиться с учебной программой по дисциплине «Компьютерная графика». Усвоение материала по каждой из тем рекомендуется начинать с изучения соответствующей лекции («Теоретический раздел»), после чего следует проработать практические задания, решить индивидуальные задачи («Практический раздел»). Проверка знаний проводится на основе тестов, перечня вопросов к зачету («Раздел контроля знаний»).

Студентам рекомендуется использовать материалы ЭУМК для осуществления активной самостоятельной работы при изучении дисциплины, подготовки к аудиторным занятиям и экзамену.

Учреждение образования Федерации профсоюзов Беларуси
«Международный университет «МИТСО»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
учреждения образования
Федерации профсоюзов Беларуси
«Международный университет «МИТСО»
_____М.А. Юрочкин
_____01.07_____2024 г.
Регистрационный № УД-107/01-24/уч.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности

6-05-0414-04 Управление информационными ресурсами

2024 г.

Контрольный экземпляр

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего образования ОСВО 6-05-0414-04-2022 (общее высшее образование), для специальности 6-05-0414-04 «Управление информационными ресурсами», утвержденного Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 07.08.2023 г. № 240 и учебного плана учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО» для специальности 6-05-0414-04 «Управление информационными ресурсами»

СОСТАВИТЕЛИ:
М.А.Калинин, старший преподаватель кафедры информационных технологий учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой информационных технологий учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО»
(протокол № 12 от 28.06.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный университет «МИТСО»
(протокол № 12 от 01.07.2024).

СОГЛАСОВАНО
Декан экономического факультета _____А.В.Ковтунов

Заведующий библиотекой _____О.О.Бабарикина

Нормоконтроль
ведущий специалист УМУ
_____Г.Д.Лагунович

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Компьютерная графика» входит составной частью в систему дисциплин, обеспечивающих подготовку специалистов по специальности 6-05-0611-01 «Информационные системы и технологии», относится к циклу дисциплин модуля «Прикладные аспекты обработки информации» и изучается в тесной взаимосвязи с учебной дисциплиной «Прикладная информатика».

Целью изучения учебной дисциплины «Компьютерная графика» является изучение современных методов создания компьютерной графики и формирование навыков их применения в профессиональной деятельности.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

изучение основных направлений развития информатики в области компьютерной графики;

формирование знаний об особенностях хранения графической информации;

освоение студентами методов компьютерной геометрии, растровой, векторной и трехмерной графики;

изучение особенностей современного программного обеспечения, применяемого при создании компьютерной графики;

формирование навыков работы с графическими библиотеками и в современных графических пакетах и системах.

Освоение учебной дисциплины «Компьютерная графика» должно обеспечить формирование **специализированной** компетенций:

СК-7. Использовать офисные пакеты и технологии работы с компьютерной графикой;

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны

знать:

методы и средства компьютерной графики и геометрического моделирования;

основы векторной и растровой графики; теоретические аспекты фрактальной графики;

основные методы компьютерной геометрии;

уметь:

реализовывать основные алгоритмы растровой и векторной графики;

использовать графические стандарты;

использовать современные графические редакторы;

владеть:

основными приемами создания и редактирования изображений в векторных редакторах;

навыками редактирования фотореалистичных изображений в растровых редакторах.

Распределение аудиторных часов по видам занятий и семестрам.
Виды и формы аттестации

Семестр	Количество академических часов							Форма текущей аттестации
	Всего	Аудит.	Из них					
			Лекции	Лабор. занятия	Практические занятия	Семинарские занятия	УСР[1]	
Очная (дневная) форма получения высшего образования								
3	100	40	12	28	-	-	-	Экзамен

[1] Управляемая самостоятельная работа

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Предмет курса. Основная терминология. Краткая историческая справка. Значение курса. Основные понятия растровой и векторной графики. Достоинства и недостатки разных способов представления изображений. Параметры растровых изображений. Разрешение. Глубина цвета. Тоновый диапазон. Классификация современного программного обеспечения обработки графики. Форматы графических файлов.

Тема 2. Представление цвета в компьютере

Восприятие человеком светового потока. Цвет и свет. Ахроматические, хроматические, монохроматические цвета. Кривые реакция глаза. Характеристики цвета. Светлота, насыщенность, тон. Цветовые модели, цветовые пространства. Аддитивные и субтрактивные цветовые модели. Основные цветовые модели: RGB, CMY, CMYK, HSV. Системы управления цветом.

Тема 3. Фракталы

Историческая справка. Классификация фракталов. Геометрические фракталы. Кривая Коха, снежинка Коха, Дракон Хартера-хейтуэя. Использование L-систем для построения «дракона». Ковер и треугольник Серпинского. Алгебраические фракталы. Построение множества Мандельброта. Построение множества Жюлиа. Стохастические фракталы. Системы итерируемых функций для построения фракталов. Сжатие изображений с использованием системы итерируемых функций.

Тема 4. Графический редактор векторной графики

Работа с объектами. Построение объектов на основе простых примитивов. Построение объектов на основе сплайнов.

Тема 5. Графический редактор растровой графики

Построение объектов способом полигонального моделирования. Оптимизация сцены. Рендеринг сцены.

Тема 6. Аппаратные средства компьютерной графики

Устройства ввода. Сканеры, дигитайзеры/графические планшеты. Цифровые фото и видеокамеры. Устройства вывода (мониторы, принтеры, плоттеры, цифровые проекторы). Устройства обработки (графические ускорители).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная (дневная) форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
3 семестр							
1.	Введение	2					УО
2.	Представление цвета в компьютере	2					УО
3.	Фракталы	2	4				УО, РПЗ, Р(ТА)[2], УД
4.	Графический редактор векторной графики	2	12				УО, РПЗ, Р, УД
5.	Графический редактор растровой графики	2	12				УО, РПЗ, Р, УД
6.	Аппаратные средства компьютерной графики	2					УО, Р(ТА)
	Всего	**12**	**28**			**-**	**экз.**

[2] Обязательная текущая аттестация

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Боресков, А. В. Основы компьютерной графики : учебник и практикум для вузов / А, В. Боресков, Е. В. Шикин. – М. : Юрайт, 2024. – 219 с.

2. Вильяр, О. Изучаем Blender. Практическое руководство по созданию анимированных 3D-персонажей / О. Вильяр ; пер. с англ. М. А. Райтмана. – М. : Бомбора, 2023. – 464 с.

3. Герасименко, А. С. Моделирование в AutoCad 2021: двухмерные и трехмерные построения / А. С. Герасименко. – М. : ДМК Пресс, 2021. – 705 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями : учеб. пособие для академического бакалавриата / В. П. Большаков, А. В. Чагина. – 2- е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 167 с.

5. Боресков, А. В. Компьютерная графика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. – М. : Юрайт, 2017. – 219 с.

СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Необходимыми средствами для реализации успешного формирования профессиональных компетенций у студентов являются: оборудованный интернет-доступом компьютерный класс с установленным специальным программным обеспечением, мультимедийная аппаратура, электронные учебно-наглядные пособия (презентации, методические материалы).

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Диагностика результатов образовательной деятельности обучающихся осуществляется в ходе проведения всех видов занятий, самостоятельной работы и текущей аттестации по учебной дисциплине.

Основными формами контроля знаний по учебной дисциплине являются:

устный опрос	УО;
устный доклад	УД;
реферат	Р;
решение практических задач	РПЗ;

Текущая аттестация обучающихся проводится в течение семестра в целях периодического контроля и оценки результатов их учебной деятельности по учебной дисциплине с выставлением отметок.

Обучающийся должен в обязательном порядке участвовать во всех контрольных мероприятиях текущего контроля, предусмотренных учебной программой дисциплины.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине:

реферат Р.

К промежуточной аттестации по учебной дисциплине, модулю обучающиеся допускаются при условии успешного прохождения текущей аттестации, предусмотренной учебной программой в текущем семестре.

Формой промежуточной аттестации является:

экзамен экз.

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса.

Тема 1. Фракталы
Лабораторная работа 1. Основные понятия теории операционных систем
Обеспеченность занятия: Windows.

Тема 2. Графический редактор векторной графики
Лабораторная работа 2. Графический редактор векторной графики
Обеспеченность занятия: AutoCAD.

Тема 3. Графический редактор растровой графики
Лабораторная работа 3. Графический редактор растровой графики
Обеспеченность занятия: Blender.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Растровая и векторная графика.
2. Представление цвета и цветовые модели.
3. Форматы графических файлов.
4. Преобразование графических форматов: трассировка и растрирование.
5. Аппаратное и программное обеспечение компьютерной графики.
6. История развития компьютерной графики.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

1. Основные понятия растровой графики.
2. Основные понятия векторной графики
3. Достоинства и недостатки разных способов представления изображений.
4. Параметры растровых изображений.
5. Разрешение.
6. Глубина цвета.
7. Тоновый диапазон.
8. Классификация современного программного обеспечения обработки графики.
9. Форматы графических файлов.
10. Восприятие человеком светового потока.
11. Цвет и свет.
12. Ахроматические, хроматические, монохроматические цвета.
13. Кривые реакция глаза.
14. Характеристики цвета.
15. Светлота, насыщенность, тон.
16. Цветовые модели, цветовые пространства.
17. Аддитивные и субтрактивные цветовые модели.
18. Основные цветовые модели: RGB, CMY.
19. Основные цветовые модели: CMYK, HSV
20. Системы управления цветом.
21. Историческая справка понятия фрактал.
22. Классификация фракталов.
23. Геометрические фракталы.
24. Кривая Коха.
25. Снежинка Коха.
26. Дракон Хартера-хейтуэя.
27. Использование L-систем для построения «дракона».
28. Ковер и треугольник Серпинского.
29. Алгебраические фракталы.
30. Построение множества Мандельброта.
31. Построение множества Жюлиа.
32. Стохастические фракталы.
33. Системы итерируемых функций для построения фракталов.
34. Сжатие изображений с использованием системы итерируемых функций.
35. Графический редактор векторной графики. Работа с объектами.
36. Графический редактор векторной графики. Построение объектов на основе простых примитивов.
37. Графический редактор векторной графики. Построение объектов на основе сплайнов.

38. Графический редактор растровой графики. Построение объектов способом полигонального моделирования.

39. Графический редактор растровой графики. Оптимизация сцены.

40. Графический редактор растровой графики. Рендеринг сцены.

41. Устройства ввода. Сканеры, дигитайзеры/графические планшеты. Цифровые фото и видеокамеры.

42. Устройства вывода (мониторы, принтеры, плоттеры, цифровые проекторы).

43. Устройства обработки (графические ускорители).

V. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Прикладная информатика	Кафедра информационных технологий	Предложений нет	протокол кафедрой информационных технологий № 12 от 28.06.2024

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет курса. Основная терминология

Предметом курса «Компьютерная графика» является изучение методов, алгоритмов и программных средств, предназначенных для создания, обработки, хранения и вывода графических изображений с помощью компьютера. В рамках курса рассматриваются математические и физические основы построения изображений, а также практические приемы работы с графическим программным обеспечением.

Основная терминология включает несколько ключевых понятий. Пиксель – это минимальный неделимый элемент растрового изображения, представляющий собой цветную точку. Растр – это матрица или сетка, состоящая из пикселей, которая в совокупности образует целостное изображение. Вектор – это математическое описание графического объекта, такое как отрезок, кривая или многоугольник. Графический примитив представляет собой простейший геометрический объект, включая точку, линию, окружность или прямоугольник. Воксель – это аналог пикселя, но в трёхмерном пространстве, то есть объемный куб.

Краткая историческая справка

История компьютерной графики начинается в 1950-х годах, когда появились первые дисплеи на основе осциллографов для компьютера Whirlwind I в Массачусетском технологическом институте. В то время графика была исключительно векторной, то есть состояла только из линий. В 1963 году Иван Сазерленд создал программу Sketchpad, которая стала первой в истории интерактивной системой для векторной графики и прообразом современных систем автоматизированного проектирования.

В 1970-е годы были разработаны первые графические стандарты GKS и PHIGS, а также появились первые растровые дисплеи. В 1980-е годы произошел важный прорыв: компания Adobe выпустила язык описания страниц PostScript и знаменитый редактор Photoshop. Тогда же появился формат JPEG. В 1990-е годы началась эра трёхмерной графики благодаря студии Pixar и развитию видеоигр. В это время активно развивался фотореализм и технология трассировки лучей. В наши дни компьютерная графика шагнула еще дальше: стала возможной

трассировка лучей в реальном времени, а также генерация изображений с помощью искусственного интеллекта в системах Midjourney и Stable Diffusion.

Значение курса

Значение курса компьютерной графики трудно переоценить, так как она лежит в основе многих современных сфер деятельности. В промышленности это системы автоматизированного проектирования, такие как Autodesk и SolidWorks. В медицине компьютерная графика позволяет обрабатывать снимки магнитно-резонансной томографии, компьютерной томографии и создавать трёхмерные модели протезов. В сфере развлечений графика используется при разработке видеоигр на движках Unreal Engine и Unity, а также при создании визуальных эффектов в программах After Effects и Houdini. В науке она необходима для визуализации данных с помощью библиотек Matplotlib и ParaView, а также для проведения симуляций. В полиграфии и веб-дизайне компьютерная графика применяется для вёрстки и создания интерфейсов в программах Figma и Sketch.

Основные понятия растровой и векторной графики

Растровая графика представляет собой способ построения изображения в виде сетки пикселей, то есть мозаики из цветных точек. Каждый пиксель хранит информацию о своем цвете. Векторная графика описывает изображение с помощью математических формул, кривых Безье, отрезков и многоугольников.

Ключевое различие между ними заключается в масштабировании. Растровое изображение при увеличении теряет качество, так как становятся видны отдельные пиксели, что называется пикселизацией. Векторное изображение можно увеличивать бесконечно без потери качества, потому что программа каждый раз пересчитывает математические кривые заново. По объему файла растровая графика обычно тяжелее, так как ее размер зависит от разрешения. Векторная графика весит мало, так как хранит не точки, а формулы, и размер файла зависит только от сложности объектов. Что касается реалистичности, растровая графика позволяет добиться высокой степени фотореализма, тогда как векторная графика дает более схематичное, мультяшное изображение.

Достоинства и недостатки разных способов представления изображений

Растровая графика обладает следующими достоинствами. Она позволяет достичь полного фотореализма, хорошо передает полутона, тени и сложные цветовые переходы. Однако у нее есть и недостатки. При увеличении

изображения детали стираются и появляется пикселизация. Кроме того, файлы растровой графики занимают много места на диске.

Векторная графика имеет свои достоинства. Это малый вес файлов, идеальная масштабируемость без потери качества, легкость редактирования формы объектов путем перемещения опорных точек. Векторные изображения легко поддерживаются плоттерами и режущими плоттерами. Основной недостаток векторной графики заключается в том, что с ее помощью очень трудно добиться реализма фотографии. Помимо растровой и векторной графики, существует еще фрактальная графика. Это алгоритмический способ создания природных объектов, таких как деревья, горы или облака, основанный на свойстве самоподобия.

Параметры растровых изображений. Разрешение. Глубина цвета. Тоновый диапазон

Параметры растровых изображений определяют их качество и размер. Первый параметр – это разрешение. Разрешение бывает абсолютным и относительным. Абсолютное или пространственное разрешение – это ширина и высота изображения в пикселях, например тысяча девятьсот двадцать на тысячу восемьдесят. Относительное разрешение используется для печати и обозначается как PPI для экрана, то есть пикселей на дюйм, или DPI для печати, то есть точек на дюйм. Для веб-дизайна достаточно семидесяти двух – девяноста шести PPI. Для печати требуется от ста пятидесяти DPI для газет до трехсот DPI для качественных журналов и фотокниг.

Второй важный параметр – это глубина цвета. Глубина цвета определяет, сколько бит выделяется на хранение одного пикселя. При глубине один бит изображение является монохромным и содержит только два цвета: черный и белый. При глубине восемь бит используются индексированные цвета, всего двести пятьдесят шесть цветов. Этот режим часто применялся в формате GIF. Стандартом для современных мониторов является глубина двадцать четыре бита, или режим True Color. В этом режиме выделяется по восемь бит на каждый из трех каналов: красный, зеленый и синий. Общее количество возможных цветов составляет примерно шестнадцать целых семь десятых миллиона. Существует также глубина тридцать два бита, или Deep Color, где двадцать четыре бита отводятся под цвет и еще восемь бит под прозрачность, так называемый альфа-канал.

Третий параметр – это тоновый диапазон. Стандартные изображения в формате JPEG имеют низкий динамический диапазон, или LDR, где яркость каждого пикселя изменяется от нуля до двухсот пятидесяти пяти. Изображения с высоким динамическим диапазоном, или HDR, позволяют видеть детали

одновременно и в глубоких тенях, и в ярких светах. Такие изображения выглядят более реалистичными и используются в форматах EXR и HDR.

Для расчета размера несжатого растрового файла существует простая формула. Размер в байтах равен ширине в пикселях, умноженной на высоту в пикселях и умноженной на глубину цвета в битах, а затем деленной на восемь. Например, для изображения с разрешением тысяча девятьсот двадцать на тысячу восемьдесят и глубиной цвета двадцать четыре бита размер файла составит примерно шесть целых две десятых мегабайта.

Классификация современного программного обеспечения обработки графики

Современное программное обеспечение для работы с графикой можно разделить на несколько классов. Первый класс – это растровые редакторы, которые предназначены для ретуши, рисования и создания коллажей. Примерами таких программ являются Adobe Photoshop, GIMP, Krita и Paint.NET.

Второй класс – это векторные редакторы, используемые для создания логотипов, шрифтов и чертежей. К ним относятся Adobe Illustrator, CorelDRAW, Inkscape и Figma.

Третий класс – это трехмерные пакеты для моделирования, анимации и визуализации. Самыми популярными из них являются Blender, 3ds Max, Maya и Cinema 4D.

Четвертый класс – это системы верстки, или DTP, которые объединяют графику и текст для подготовки к печати. Примерами служат Adobe InDesign, Scribus и QuarkXPress.

Пятый класс, появившийся относительно недавно, – это генераторы изображений на основе искусственного интеллекта. Они синтезируют изображение по текстовому описанию. К таким системам относятся Midjourney, Stable Diffusion и Kandinsky.

Форматы графических файлов

Форматы графических файлов определяют способ хранения и сжатия изображения. Формат JPEG, имеющий расширение .jpg, относится к растровой графике и использует сжатие с потерями. Он не поддерживает альфа-канал и предназначен в первую очередь для фотографий, которые публикуются в социальных сетях, так как обеспечивает малый вес файла.

Формат PNG с расширением .png также является растровым, но использует сжатие без потерь. Он поддерживает альфа-канал, то есть прозрачность, и идеально подходит для скриншотов, логотипов для веб-сайтов и иконок.

Формат GIF имеет расширение .gif, относится к растровой графике и использует сжатие без потерь. Он поддерживает анимацию, хотя прозрачность в нем реализована очень ограниченно, только один бит. Этот формат широко используется для анимированных мемов и простых гифок.

Формат BMP с расширением .bmp – это старый растровый формат без сжатия. Он практически не используется в современном вебе из-за большого размера файлов.

Формат TIFF с расширением .tif – это растровый формат, который может использовать как сжатие без потерь, так и сжатие с потерями. Он поддерживает альфа-канал, но файлы получаются очень тяжелыми. TIFF применяется в полиграфии и при сканировании.

Формат SVG имеет расширение .svg и является векторным. Он хранит изображение в виде текстового XML-кода и поддерживает прозрачность. Это основной формат для иконок и адаптивного веб-дизайна.

Форматы EPS и AI являются векторными. Они поддерживают прозрачность и используются для хранения логотипов, предназначенных для сдачи в типографию.

Формат RAW – это растровый формат, который хранит сырые данные непосредственно с матрицы фотокамеры без какой-либо обработки. Он не поддерживает альфа-канал и используется исключительно в профессиональной фотографии для получения максимального объема информации о снимке.

ТЕМА 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦВЕТА В КОМПЬЮТЕРЕ

Восприятие человеком светового потока

Человек воспринимает световой поток с помощью сетчатки глаза, на которой расположены два типа светочувствительных клеток: палочки и колбочки. Палочки отвечают за восприятие яркости и работают в условиях низкой освещенности, обеспечивая черно-белое зрение. Колбочки отвечают за цветовое зрение и активны при ярком освещении. Существует три типа колбочек, каждый из которых чувствителен к определенному диапазону длин волн: короткие волны соответствуют синему цвету, средние волны – зеленому, длинные волны – красному. Мозг обрабатывает сигналы от этих трех типов рецепторов и синтезирует целостное цветовое ощущение. Именно поэтому для описания цвета в компьютере достаточно трех параметров, что лежит в основе большинства цветовых моделей.

Цвет и свет

Свет – это электромагнитное излучение в оптическом диапазоне, которое имеет физическую природу и характеризуется длиной волны. Цвет же является субъективным психофизиологическим ощущением, возникающим в мозгу человека при попадании света на сетчатку глаза. Без света цвета не существует. Один и тот же физический свет с определенным спектральным составом может восприниматься разными людьми с небольшими отличиями. Кроме того, восприятие цвета зависит от условий наблюдения, например от цвета окружающих объектов и освещения. Важно понимать, что цвет в компьютере – это не физическая характеристика, а способ численного описания ощущения, которое должен вызвать данный участок изображения при его выводе на экран или печать.

Ахроматические, хроматические, монохроматические цвета

Все цвета делятся на три большие группы. Ахроматические цвета – это цвета, не имеющие цветового тона. К ним относятся белый, черный и все оттенки серого. Ахроматические цвета различаются только по светлоте, то есть по яркости. Хроматические цвета – это все остальные цвета, которые обладают цветовым тоном. К ним относятся красный, зеленый, синий, желтый и любые их смеси. Хроматические цвета характеризуются тремя параметрами: цветовым тоном, насыщенностью и светлотой. Монохроматические цвета – это особый случай хроматических цветов. Монохроматическим называется цвет, соответствующий излучению строго одной длины волны из оптического спектра.

Например, чистый красный цвет лазера с длиной волны шестьсот пятьдесят нанометров является монохроматическим. В природе большинство цветов являются не монохроматическими, а полихроматическими, то есть состоящими из смеси различных длин волн.

Кривые реакции глаза

Кривые реакции глаза, также известные как функции цветового соответствия, были получены в результате экспериментов, проведенных Международной комиссией по освещению в тысяча девятьсот тридцать первом году. Эти кривые показывают, как три типа колбочек человеческого глаза реагируют на свет с разной длиной волны. Одна кривая показывает чувствительность к синему цвету с пиком в районе четырехсот тридцати нанометров. Вторая кривая показывает чувствительность к зеленому цвету с пиком в районе пятисот пятидесяти нанометров. Третья кривая показывает чувствительность к красному цвету с пиком в районе семисот нанометров. Важно отметить, что кривые реакций перекрываются между собой. Например, свет с длиной волны пятьсот восемьдесят нанометров, который мы воспринимаем как желтый, возбуждает одновременно и зеленые, и красные колбочки. Это перекрытие объясняет, почему с помощью смешения только красного, зеленого и синего света можно получить ощущение практически любого цвета. На основе этих кривых была построена стандартная цветовая модель CIE XYZ, которая служит эталоном для всех систем управления цветом.

Характеристики цвета. Светлота, насыщенность, тон

Любой хроматический цвет описывается тремя основными характеристиками. Цветовой тон – это качественная характеристика цвета, которая определяет его положение в спектре и обозначается словами красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Цветовой тон зависит от доминирующей длины волны в спектре излучения.

Светлота – это характеристика, показывающая, насколько данный цвет светлый или темный по сравнению с белым или черным. Для ахроматических цветов светлота является единственной характеристикой. Для хроматических цветов светлота определяется количеством света, которое отражается или излучается объектом. Например, светло-красный и темно-красный – это один и тот же цветовой тон, но разная светлота.

Насыщенность – это степень выраженности цветового тона. Она показывает, насколько цвет далек от ахроматического серого той же светлоты. Чем больше в цвете примеси серого, тем ниже насыщенность. Максимально насыщенный цвет – это чистый спектральный цвет без примеси белого или

черного. Ненасыщенные цвета выглядят блеклыми, пастельными, размытыми. Например, ярко-красный имеет высокую насыщенность, а бледно-розовый – низкую насыщенность при том же цветовом тоне.

Цветовые модели, цветовые пространства

Цветовая модель – это математический способ описания цвета с помощью нескольких чисел, которые называются цветовыми координатами. Чаще всего используются трехкомпонентные модели, так как человеческое зрение тоже является трехкомпонентным. Цветовое пространство – это конкретная реализация цветовой модели с определенными числовыми диапазонами и охватом цветов, который называют гаммой. Другими словами, цветовая модель – это абстрактный способ описания, а цветовое пространство – это практическая система координат, в которой каждому цвету соответствует своя точка. Например, модель RGB является общей для многих цветовых пространств. Но конкретные цветовые пространства sRGB и Adobe RGB отличаются друг от друга диапазонами допустимых значений и охватом цветов. Цветовое пространство sRGB было разработано для компьютерных мониторов и интернета, а Adobe RGB имеет более широкий охват зеленых и голубых оттенков и лучше подходит для полиграфии.

Аддитивные и субтрактивные цветовые модели

Аддитивные и субтрактивные цветовые модели основаны на противоположных принципах смешения цветов. Аддитивная модель, от английского слова add, что означает прибавлять, работает с излучением света. Если смешивать световые лучи разных цветов, их яркости складываются, отсюда и название. Базовыми цветами в аддитивной модели являются красный, зеленый и синий, или RGB. Смешение этих трех цветов в равной максимальной интенсивности дает белый свет. Отсутствие всех трех цветов дает черный цвет. Аддитивная модель используется во всех устройствах, которые излучают свет: в мониторах компьютеров, экранах телефонов, телевизорах, проекторах.

Субтрактивная модель, от английского слова subtract, что означает вычитать, работает с отраженным светом. Когда белый свет падает на окрашенную поверхность, часть спектра поглощается, то есть вычитается, а остальная часть отражается. Базовыми цветами в субтрактивной модели являются голубой, пурпурный и желтый, или CMY. Теоретически смешение этих трех цветов в равной пропорции должно давать черный цвет, так как все компоненты белого света поглощаются. Однако на практике из-за неидеальности красителей получается грязно-коричневый цвет. Поэтому в полиграфии добавляют четвертый компонент – черный цвет, и модель превращается в CMYK.

Субтрактивная модель используется во всех устройствах, которые работают с отраженным светом и красками: в принтерах, типографских станках, в обычной живописи.

Основные цветовые модели: RGB, CMY, CMYK, HSV

Модель RGB является аддитивной и используется для вывода изображения на экраны. В этой модели каждый цвет описывается тремя числами, обозначающими интенсивность красного, зеленого и синего каналов. Каждое число может принимать значение от нуля до двухсот пятидесяти пяти в восьмибитном представлении. Значение ноль означает отсутствие данного компонента, а двести пятьдесят пять – максимальную интенсивность. Сочетание нулевых значений всех трех каналов дает черный цвет. Сочетание максимальных значений всех трех каналов дает белый цвет. Равные значения всех трех каналов дают оттенки серого: чем выше значения, тем светлее серый.

Модель CMY является субтрактивной и используется в непрофессиональной полиграфии. Она описывается тремя числами, обозначающими количество голубой, пурпурной и желтой краски. Чем больше значение, тем больше краски нанесено на бумагу и тем меньше света отражается. На практике к модели CMY добавляют черный компонент, получая модель CMYK. Буква K в названии CMYK означает key color, то есть ключевой цвет, и используется для обозначения черного. Добавление черного компонента решает несколько проблем: во-первых, получение чистого черного цвета вместо грязно-коричневого, во-вторых, экономия дорогих цветных красок при печати черного текста, в-третьих, увеличение детализации в темных участках изображения. Модель CMYK является стандартом для любой офсетной и цифровой печати.

Модель HSV была разработана для удобства работы художников и дизайнеров, так как она устроена более интуитивно, чем RGB. HSV расшифровывается как Hue, Saturation, Value, что означает цветовой тон, насыщенность и значение яркости. Цветовой тон в этой модели задается углом от нуля до трехсот шестидесяти градусов, где ноль градусов соответствует красному цвету, сто двадцать градусов – зеленому, двести сорок градусов – синему. Насыщенность задается от нуля до ста процентов, где ноль процентов означает полностью ненасыщенный серый цвет, а сто процентов – максимально насыщенный чистый цвет. Значение яркости также задается от нуля до ста процентов, где ноль процентов – это черный цвет, а сто процентов – максимальная яркость. Такое представление позволяет художнику сначала выбрать цветовой тон, затем сделать его более бледным или насыщенным, а затем регулировать яркость, не меняя сам цвет. Модель HSV широко используется в графических редакторах в инструментах выбора цвета.

Системы управления цветом

Система управления цветом, или Color Management System, представляет собой набор программных и аппаратных средств, обеспечивающих согласованную передачу цветов между различными устройствами. Дело в том, что каждое устройство имеет свой цветовой охват, то есть свой диапазон воспроизводимых цветов. Монитор показывает цвета в модели RGB, но охват sRGB у дешевого монитора и у профессионального монитора будут разными. Принтер печатает в модели CMYK, и его охват тоже ограничен. Фотокамера или сканер захватывают цвета, но тоже с определенными искажениями. В результате один и тот же файл может выглядеть по-разному на мониторе, на распечатке и на экране телефона.

Системы управления цветом решают эту проблему с помощью цветовых профилей, обычно в формате ICC, названном так в честь Международного консорциума по цвету. Цветовой профиль – это файл, который описывает, как конкретное устройство воспроизводит цвет. В системе управления цветом выделяют три уровня. Первый уровень – это эталонное цветовое пространство, чаще всего CIE Lab или CIE XYZ, которое не зависит от устройств и описывает цвет объективно. Второй уровень – это профили входных устройств, например камеры или сканера, которые преобразуют цвета из устройства в эталонное пространство. Третий уровень – это профили выходных устройств, например монитора или принтера, которые преобразуют цвета из эталонного пространства в устройство.

Принцип работы системы управления цветом выглядит следующим образом. Когда пользователь открывает фотографию на мониторе, система считывает цветовой профиль этой фотографии, который мог быть встроен фотоаппаратом. Затем она пересчитывает цвета из профиля фотографии в эталонное пространство CIE Lab. Затем система пересчитывает цвета из эталонного пространства в профиль текущего монитора. В результате пользователь видит на экране цвета, максимально приближенные к тому, что зафиксировала камера. Для качественной работы системы управления цветом необходимо также калибровать устройства. Калибровка монитора проводится с помощью специального прибора, калибратора, который измеряет реально отображаемые цвета и создает точный профиль для данного экземпляра монитора. Без калибровки даже самая умная система управления цветом не сможет обеспечить точную цветопередачу.

ТЕМА 3. ФРАКТАЛЫ

Историческая справка

Термин «фрактал» был введён Бенуа Мандельбротом в тысяча девятьсот семьдесят пятом году. Однако математические объекты, которые сегодня называют фракталами, изучались и раньше. В конце девятнадцатого века математики, такие как Карл Вейерштрасс и Георг Кантор, создали примеры непрерывных, но нигде не дифференцируемых функций, а также множества с дробной размерностью. В тысяча девятьсот четвертом году Хельге фон Кох опубликовал работу, в которой описал кривую, названную впоследствии его именем. Эта кривая была всюду непрерывна, но не имела касательной ни в одной точке. В тысяча девятьсот пятнадцатом году Вацлав Серпинский описал ковёр и треугольник, носящие его имя. В тысяча девятьсот восемнадцатом году Гастон Жюлиа исследовал итерации рациональных функций и описал множества, которые позже стали называть его именем. Однако в то время не было компьютерной графики, и Жюлиа не мог визуализировать свои математические объекты. Бенуа Мандельброт, работая в исследовательском центре IBM, впервые использовал компьютер для визуализации множества, которое позднее назвали множеством Мандельброта. Он обратил внимание на то, что эти сложные, изломанные фигуры часто встречаются в природе: береговые линии, кроны деревьев, горные хребты, облака. Мандельброт ввёл понятие фрактальной размерности и показал, что фракталы описывают многие природные явления лучше, чем классическая евклидова геометрия.

Классификация фракталов

Фракталы принято делить на три основных класса по способу их построения и свойствам. Первый класс – это геометрические фракталы, которые также называют детерминированными или классическими. Они строятся по простому геометрическому правилу с использованием самоподобия, то есть фигура состоит из нескольких уменьшенных копий самой себя. Второй класс – это алгебраические фракталы, которые также называют динамическими. Они строятся на основе итераций нелинейных функций на комплексной плоскости. К этому классу относятся множества Мандельброта и Жюлиа. Третий класс – это стохастические фракталы, которые строятся с использованием случайных процессов. В отличие от геометрических фракталов, которые выглядят абсолютно регулярно и симметрично, стохастические фракталы выглядят более естественно и напоминают природные объекты. К этому классу относятся фракталы, моделирующие береговые линии, рельеф местности, облака, языки пламени.

Геометрические фракталы

Геометрические фракталы строятся методом итераций, то есть многократного повторения одного и того же правила. Каждый такой фрактал начинается с инициатора, то есть некоторой начальной фигуры. Затем к этой фигуре применяется генератор – правило, которое заменяет каждый элемент фигуры на некоторую ломаную или другую геометрическую конструкцию. Процесс повторяется бесконечное число раз. В пределе получается фрактальная кривая.

Кривая Коха, снежинка Коха, дракон Хартера-Хейтуэя

Кривая Коха является одним из первых описанных фракталов. Инициатором для неё служит обычный отрезок. Генератор выглядит следующим образом: отрезок делится на три равные части, средняя часть удаляется, и на её месте строятся два отрезка такой же длины, образующие равносторонний треугольник без основания. Применяя это правило бесконечно к каждому новому отрезку, получается кривая Коха. Эта кривая имеет бесконечную длину, но занимает ограниченную площадь. Она нигде не имеет касательной, то есть является непрерывной, но гладкой её назвать нельзя. Если в качестве инициатора взять не отрезок, а равносторонний треугольник и применить генератор Коха к каждой его стороне, то получится снежинка Коха. Снежинка Коха имеет конечную площадь, но бесконечный периметр. Площадь снежинки Коха стремится к восьми пятым площади исходного треугольника.

Дракон Хартера-Хейтуэя, также известный как дракон бумажных самолётиков, представляет собой ещё один пример геометрического фрактала. Его особенность заключается в том, что он не является строго самоподобным в простом смысле, но обладает свойством заполнять плоскость без самопересечений на определённых этапах. Этот фрактал получил известность благодаря романам Майкла Крайтона и появлению в научно-популярных фильмах.

Использование L-систем для построения «дракона»

L-системы, или Lindenmayer-системы, были предложены биологом Аристидом Линденмайером для моделирования роста растений, но оказались очень удобными для построения фракталов. L-система представляет собой формальную грамматику, которая оперирует символами и правилами их замены. Для построения дракона Хартера-Хейтуэя задаётся начальная строка, или аксиома, и правила подстановки. Обычно аксиомой является одна буква,

например L. Правила замены описывают, как каждый символ преобразуется в строку других символов. Например, можно задать правила, при которых символ L заменяется на L плюс R плюс, а символ R заменяется на минус L минус R. Здесь плюс и минус означают поворот налево или направо, а буквы L и R означают движение вперёд с рисованием линии. После многократного применения правил получается длинная строка символов. Затем эта строка интерпретируется графически: черепашка, то есть графический курсор, движется по указанным направлениям и рисует линии. На каждой итерации число символов растёт экспоненциально, и через несколько итераций получается сложный фрактальный узор, напоминающий дракона.

Ковёр и треугольник Серпинского

Треугольник Серпинского строится следующим образом. Берётся равносторонний треугольник. Соединяются середины его сторон, в результате чего исходный треугольник делится на четыре маленьких равносторонних треугольника. Центральный треугольник удаляется. Затем та же операция повторяется с каждым из трёх оставшихся треугольников. Процесс повторяется бесконечно. В пределе получается фигура, которая имеет нулевую площадь, но состоит из бесконечного числа точек. Треугольник Серпинского является классическим примером фрактала с размерностью, меньшей двух, но большей единицы.

Ковёр Серпинского является двумерным аналогом треугольника. Инициатором служит квадрат. Квадрат делится на девять равных квадратов, и центральный квадрат удаляется. Затем операция повторяется с каждым из восьми оставшихся квадратов. Процесс повторяется бесконечно. В пределе получается фигура, напоминающая ковёр с дырами. Ковёр Серпинского имеет нулевую площадь и обладает свойством самоподобия.

Алгебраические фракталы

Алгебраические фракталы строятся на основе итераций комплексных функций. Основная формула, используемая для их построения, выглядит как z = z в квадрате плюс c, где z и c являются комплексными числами. Комплексное число имеет действительную и мнимую части, что позволяет изображать его точкой на плоскости, где по горизонтальной оси откладывается действительная часть, а по вертикальной – мнимая. Для построения фрактала берётся некоторая область на комплексной плоскости, и для каждой точки этой области многократно применяется итерационная формула. В зависимости от поведения последовательности на бесконечности точка либо закрашивается определённым цветом, либо остаётся белой.

Построение множества Мандельброта

Множество Мандельброта строится на комплексной плоскости, где параметр с является координатой рассматриваемой точки. Формула итерации выглядит как z_n плюс 1 равно z_n в квадрате плюс с, причём начальное значение z_0 принимается равным нулю. Для каждой точки с многократно применяется эта формула. Если последовательность z_n остаётся ограниченной, то есть не уходит на бесконечность, то точка с принадлежит множеству Мандельброта и закрашивается чёрным цветом. Если же последовательность уходит на бесконечность, то точка не принадлежит множеству, и её закрашивают в цвет, который зависит от скорости ухода на бесконечность. Множество Мандельброта обладает удивительным свойством: его граница имеет бесконечно сложную структуру, и при любом увеличении появляются новые детали. При этом на границе множества Мандельброта можно увидеть уменьшенные копии всего множества, то есть свойство самоподобия. Множество Мандельброта часто называют самым сложным объектом в математике, потому что оно содержит в себе бесконечное количество информации.

Построение множества Жюлиа

Множества Жюлиа строятся по той же формуле z = z в квадрате плюс с, но с другим подходом. В множестве Мандельброта параметр с является координатой точки на плоскости, а начальное z_0 всегда равно нулю. В множестве Жюлиа параметр с фиксирован, то есть является константой, а начальное значение z_0 изменяется и является координатой рассматриваемой точки. Другими словами, для множества Жюлиа мы фиксируем некоторое число с и смотрим, для каких начальных точек z_0 итерационная последовательность остаётся ограниченной. Множество Жюлиа может быть связным или несвязным, пылевидным, в зависимости от того, какое значение с выбрано. Интересно, что множество Мандельброта можно рассматривать как карту множеств Жюлиа. Если точка с лежит внутри множества Мандельброта, то соответствующее множество Жюлиа является связным, то есть представляет собой одну целостную фигуру. Если же точка с лежит вне множества Мандельброта, то множество Жюлиа является несвязным и представляет собой канторову пыль, то есть набор изолированных точек. На границе множества Мандельброта множества Жюлиа выглядят наиболее сложно и красиво.

Стохастические фракталы

Стохастические фракталы, в отличие от детерминированных геометрических и алгебраических фракталов, используют элементы случайности на каждом шаге построения. В природе редко встречаются идеально правильные структуры. Береговая линия, если её увеличивать, не будет повторять саму себя с абсолютной точностью, как кривая Коха. В ней есть элементы случайности, но при этом сохраняется фрактальная размерность. Стохастические фракталы строятся путём добавления случайных возмущений на каждом этапе итерации. Это позволяет моделировать горные ландшафты, поверхность Луны, облака, турбулентные потоки жидкости, языки пламени. Один из распространённых методов построения стохастических фракталов – метод средней точки с добавлением случайного смещения. Берётся отрезок, находится его середина, и эта середина смещается в перпендикулярном направлении на случайную величину. Процесс повторяется для каждого нового отрезка, причём амплитуда случайного смещения уменьшается с каждым шагом. В результате получается ломаная, напоминающая горный хребет. Если применить этот метод к поверхности, то есть к треугольнику или квадрату, можно получить трёхмерную модель горного ландшафта.

Системы итерируемых функций для построения фракталов

Системы итерируемых функций, сокращённо IFS, представляют собой мощный математический аппарат для построения фракталов. Идея заключается в том, что фрактал представляется как неподвижная точка некоторого преобразования, состоящего из нескольких сжимающих отображений. Каждое такое отображение переводит всю фигуру в её уменьшенную копию, возможно, с поворотом, сдвигом или отражением. Например, для построения треугольника Серпинского достаточно трёх сжимающих отображений, каждое из которых переводит большой треугольник в один из трёх маленьких угловых треугольников. Применяя эти отображения многократно к любой начальной точке, можно получить фрактал. Алгоритм, который обычно используется для визуализации IFS-фракталов, называется алгоритмом случайных итераций или игрой в хаос. На каждом шаге выбирается случайное отображение из набора и применяется к текущей точке. Через достаточно большое количество итераций множество полученных точек сходится к фракталу. Системы итерируемых функций позволяют создавать очень сложные фрактальные изображения, в том числе такие, которые напоминают листья папоротника, деревья, кристаллы.

Сжатие изображений с использованием системы итерируемых функций

Сжатие изображений с помощью систем итерируемых функций, известное как фрактальное сжатие, было предложено Майклом Барнсли в конце восьмидесятых годов. Идея заключается в том, чтобы представить произвольное изображение как неподвижную точку некоторой системы итерируемых функций. Процесс сжатия состоит из двух этапов. На первом этапе, который является самым сложным и требует много вычислений, изображение разбивается на блоки. Затем алгоритм ищет такие аффинные преобразования, которые переводят одни блоки изображения в другие с минимальной ошибкой. Эти преобразования сохраняются в файл. На втором этапе, при распаковке, процесс идёт в обратном направлении. Берётся любое начальное изображение, например просто серый прямоугольник, и к нему многократно применяются сохранённые преобразования. Через несколько итераций изображение сходится к исходному, то есть распаковывается.

Фрактальное сжатие обладает интересными свойствами. Во-первых, оно обеспечивает высокую степень сжатия, особенно для изображений, содержащих самоподобные структуры, такие как фотографии природных ландшафтов. Во-вторых, оно является разрешающе-независимым: одно и то же фрактальное описание позволяет распаковать изображение в любом размере, и при увеличении оно не будет пикселизироваться, а будет генерировать новые детали. Однако у фрактального сжатия есть и недостатки. Процесс сжатия требует огромных вычислительных ресурсов и занимает много времени. Кроме того, на изображениях с резкими границами и текстом фрактальное сжатие работает плохо. Поэтому фрактальное сжатие не получило широкого распространения в потребительских форматах, таких как JPEG или PNG, но используется в некоторых специализированных областях, включая медицинскую визуализацию и спутниковую съёмку, где важна возможность масштабирования без потери детализации.

ТЕМА 4. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ВЕКТОРНОЙ ГРАФИКИ

Работа с объектами

Векторный графический редактор – это программа для создания и редактирования изображений, которые хранятся в виде математических описаний геометрических объектов. В отличие от растровых редакторов, где изображение состоит из пикселей, векторный редактор оперирует объектами: линиями, прямоугольниками, эллипсами, кривыми и многоугольниками. Каждый объект обладает набором свойств, таких как цвет заливки, цвет и толщина обводки, прозрачность, а также геометрическими параметрами, например координатами опорных точек.

Работа с объектами в векторном редакторе строится вокруг принципа выделения и последующего преобразования. Пользователь сначала выбирает один или несколько объектов с помощью инструмента выделения, а затем применяет к ним различные операции. Основные операции над объектами включают перемещение, которое осуществляется простым перетаскиванием выделенного объекта мышью. Изменение размера производится с помощью маркеров, расположенных по углам и сторонам габаритного прямоугольника объекта. При этом можно масштабировать объект пропорционально или непропорционально, а также изменять его размер относительно центра. Вращение объекта выполняется с помощью специальных маркеров поворота, которые становятся доступны после повторного нажатия на выделенный объект или выбора соответствующего режима.

Важной возможностью векторных редакторов являются операции булевой алгебры над объектами, которые позволяют создавать сложные формы из простых. К таким операциям относятся объединение, когда два или более объекта сливаются в один, принимая форму их внешнего контура. Разность, когда из одного объекта вычитается область перекрытия с другим объектом. Пересечение, когда остаётся только область, в которой объекты перекрываются. Исключение, когда остаются все области, кроме перекрывающейся. Эти операции незаменимы при создании логотипов, пиктограмм и сложных контуров.

Кроме того, объекты можно группировать. Группировка позволяет объединить несколько объектов в единое целое, чтобы перемещать, масштабировать или применять к ним эффекты как к одному объекту. При этом группу можно в любой момент разгруппировать для редактирования отдельных элементов. Также объекты можно располагать в определённом порядке относительно друг друга, используя команды «поднять на передний план», «опустить на задний план», «переместить вперёд» или «переместить назад». Это

важно для создания многослойных изображений, где одни объекты должны перекрывать другие.

Построение объектов на основе простых примитивов

Простые геометрические примитивы являются основой для создания более сложных векторных изображений. Большинство векторных редакторов предоставляют набор инструментов для быстрого создания стандартных фигур. К таким примитивам относятся прямоугольник и квадрат, которые строятся протягиванием мыши по диагонали. При удержании клавиши Shift пропорции фигуры сохраняются, что позволяет получить правильный квадрат. При удержании клавиши Ctrl или Alt построение может идти от центра. Прямоугольники могут иметь скруглённые углы, параметр скругления обычно регулируется отдельным элементом управления.

Эллипс и окружность строятся аналогичным образом. Протягивание мыши создаёт эллипс произвольной формы, а удержание Shift позволяет построить правильную окружность. Эллипс можно преобразовать в дугу или сектор, для чего в большинстве редакторов предусмотрены специальные маркеры на габаритном контуре фигуры. Это удобно для создания диаграмм, круговых шкал и элементов интерфейсов.

Многоугольники и звёзды также являются распространёнными примитивами. При создании многоугольника пользователь может задать количество вершин. Звезда отличается от многоугольника тем, что её вершины чередуются между внешним и внутренним радиусом, что позволяет создавать фигуры с острыми лучами. Параметры звезды, такие как количество лучей, соотношение радиусов и степень скругления вершин, обычно можно настраивать после создания фигуры.

Спираль является ещё одним примитивом, доступным в некоторых векторных редакторах. Она может быть логарифмической или архимедовой и часто используется для декоративных целей, а также для создания плавных переходов между элементами.

Все эти примитивы после создания не являются статичными картинками. Пользователь может в любой момент изменить их размер, форму, цвет заливки и обводки. Более того, любой примитив можно преобразовать в контур, после чего он перестаёт быть «живым» примитивом с настраиваемыми параметрами, но зато становится доступным для редактирования на уровне отдельных узлов. Это преобразование является ключевым для перехода от простых форм к сложным, поскольку позволяет изменять геометрию объекта произвольным образом, выходя за рамки исходной параметрической модели.

Построение объектов на основе сплайнов

Сплайны представляют собой наиболее гибкий инструмент для создания криволинейных форм в векторной графике. В отличие от примитивов, которые имеют жёстко заданную геометрию, сплайн – это математическая кривая, форма которой определяется набором опорных точек и управляющих рычагов . Термин «сплайн» пришёл из кораблестроения, где так называлась гибкая линейка, которую использовали для проведения плавных кривых через заданные точки.

Наиболее распространённым типом сплайнов в векторных редакторах является кривая Безье. Кривая Безье определяется двумя опорными точками, через которые она проходит, и двумя управляющими точками, или рычагами, которые задают направление и кривизну. Управляющие точки как бы притягивают кривую к себе, но сама кривая через них не проходит. Изменяя длину и направление рычагов, можно добиться самых разных форм: от плавной дуги до резкого изгиба . Кривые Безье бывают разных порядков. Линейная кривая Безье – это просто отрезок прямой между двумя точками. Квадратичная кривая Безье определяется тремя точками и даёт простую параболу. Кубическая кривая Безье, определяемая четырьмя точками, является наиболее распространённой, поскольку она обеспечивает достаточную гибкость для моделирования практически любой формы при сравнительной простоте вычислений .

Для построения сложной кривой, состоящей из нескольких сегментов, используется понятие контура, или пути. Контур – это последовательность сплайнов, соединённых между собой в узлах. Узлы могут быть разных типов. Гладкий узел обеспечивает плавное сопряжение двух кривых, при этом рычаги с двух сторон узла лежат на одной прямой. Острый узел, или угловой, позволяет создать излом, когда кривая резко меняет направление. Симметричный узел автоматически поддерживает рычаги одинаковой длины с обеих сторон, обеспечивая равномерную кривизну.

Инструмент «Перо» является основным для создания и редактирования сплайнов в векторных редакторах, таких как Adobe Illustrator, CorelDRAW или Inkscape . Принцип работы с пером заключается в последовательном щелчке мышью для создания острых узлов, образующих ломаную линию. Для создания кривой нужно щёлкать и, не отпуская кнопку мыши, перетаскивать курсор – при этом появляются управляющие рычаги, и сегмент между предыдущим и текущим узлом становится криволинейным . В процессе рисования можно комбинировать прямые и криволинейные сегменты, создавая контуры любой сложности.

После того как контур создан, его можно редактировать с помощью инструмента «Редактирование узлов», или «Стрелка». Этот инструмент позволяет выделять отдельные узлы, перемещать их, изменять длину и направление управляющих рычагов, а также добавлять и удалять узлы . При редактировании узлов важно понимать, что изменение положения даже одного

узла или поворот одного рычага влияет на форму прилегающих сегментов. Более того, изменение узлов на одном контуре никак не влияет на другие независимые объекты.

Особого внимания заслуживают криволинейные сплайны, которые часто строятся с использованием L-систем, но в контексте редакторов векторной графики речь идёт скорее о возможности создавать спирали и волнообразные линии с помощью специальных инструментов. В профессиональных редакторах также доступны функции сглаживания уже нарисованных от руки линий: программа автоматически преобразует хаотичное движение мыши или стилуса в гладкий сплайн с оптимальным количеством узлов .

Важным свойством сплайнов в векторной графике является их масштабируемость. Поскольку кривая описывается математически, увеличение изображения не приводит к появлению ступенек или пикселизации. Кривая остаётся идеально гладкой при любом увеличении. Это свойство делает сплайны незаменимыми при создании шрифтов, логотипов, чертежей и любых других изображений, которые могут быть использованы в разных размерах.

При работе со сплайнами также важно понимать разницу между замкнутыми и разомкнутыми контурами. Замкнутый контур – это путь, у которого начальный и конечный узлы соединены. Такой контур может иметь заливку, и заливка будет ограничена областью внутри контура. Разомкнутый контур имеет отдельные начало и конец, и его заливка, если она применена, может вести себя непредсказуемо или создавать область между концом и началом по прямой линии. В большинстве случаев для создания залитых фигур используются замкнутые контуры .

Наконец, современные векторные редакторы поддерживают работу с так называемыми составными контурами. Составной контур – это несколько независимых контуров, которые обрабатываются как один объект. Это позволяет, например, создать букву с отверстием: внешний контур описывает форму буквы, а внутренний контур описывает отверстие. Правило заполнения таких контуров, часто называемое правилом нечётно-чётного или правилом ненулевого обхода, определяет, какие области будут залиты, а какие останутся прозрачными. Это мощный инструмент для создания сложных векторных форм без необходимости выполнять булевы операции.

ТЕМА 5. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР РАСТРОВОЙ ГРАФИКИ

Растровый графический редактор – это программа для создания и обработки изображений, которые хранятся в виде двумерной сетки пикселей, где каждый пиксель имеет свой цвет. В отличие от векторных редакторов, оперирующих математическими объектами, растровые редакторы работают непосредственно с цветом каждой точки изображения. Это позволяет добиваться высокой реалистичности, полутонов и сложных цветовых переходов, но создаёт проблемы с масштабированием и требует больших вычислительных ресурсов. Однако в контексте данной темы под растровым редактором понимается не только классический Photoshop, а скорее среда, где происходит финальная сборка изображения из трёхмерных объектов, что характерно для систем, совмещающих трёхмерное моделирование и растровый вывод. В таких системах изображение строится на основе трёхмерной сцены, которая затем преобразуется в плоское растровое изображение. Этот процесс включает три ключевых этапа: построение объектов с помощью полигонального моделирования, оптимизацию сцены для ускорения работы и рендеринг, то есть финальную визуализацию сцены в растровое изображение.

Построение объектов способом полигонального моделирования

Полигональное моделирование является основным способом создания трёхмерных объектов в современной компьютерной графике. В основе этого метода лежит представление любого объекта в виде множества плоских многоугольников, называемых полигонами, которые соединены между собой по рёбрам и образуют поверхность . Полигоны чаще всего являются треугольниками или четырёхугольниками. Треугольник является базовым элементом, потому что три точки всегда лежат в одной плоскости, что упрощает математические расчёты освещения и затенения . Например, сфера в полигональном представлении состоит из множества небольших трапеций или треугольников, которые аппроксимируют её гладкую поверхность. Чем больше количество полигонов, тем более гладкой и детализированной получается модель, но тем больше ресурсов требуется для её обработки .

Каждый полигон описывается координатами своих вершин в трёхмерном пространстве. Совокупность всех вершин и связей между ними образует полигональную сетку. Для построения сложных объектов используются различные инструменты и техники. Одна из базовых техник – это экструзия, или выдавливание. Пользователь создаёт двумерный контур, например, сплайн, а затем программа «вытягивает» его в третьем измерении, создавая боковые грани. Таким способом можно создавать стены, трубы, буквы и множество других

объектов. Другая техника – это лофтинг, когда объект создаётся путём соединения нескольких поперечных сечений, расположенных на разной высоте. Например, корпус корабля или фюзеляж самолёта часто строятся именно так.

Более сложные методы включают редактирование на уровне вершин, рёбер и полигонов. Пользователь может перемещать отдельные вершины, изменяя форму объекта. Можно добавлять новые полигоны, разрезать существующие, удалять ненужные грани. В профессиональных редакторах, таких как 3ds Max, Maya или Blender, существуют модификаторы, которые автоматически сглаживают поверхность, добавляют детализацию или создают симметричную копию модели . Полигональное моделирование является универсальным и используется для создания как простых, так и чрезвычайно сложных объектов: от мебели и архитектурных элементов до персонажей видеоигр и спецэффектов в кино.

Оптимизация сцены

После того как трёхмерная сцена построена и содержит множество объектов со сложными полигональными сетками и текстурами, возникает проблема производительности. Работа с тяжёлой сценой становится медленной, особенно при интерактивном перемещении камеры или при настройке материалов и освещения. Поэтому оптимизация сцены является критически важным этапом, особенно перед финальным рендерингом.

Первый аспект оптимизации касается полигональной сложности. Если модель содержит чрезмерно большое количество полигонов, которые не видны в финальном изображении, их количество необходимо сократить. Например, объекты, расположенные далеко от камеры, можно заменить на более простые модели с меньшим числом полигонов. Этот приём называется созданием уровней детализации. Также существуют алгоритмы оптимизации геометрии, которые удаляют лишние рёбра и объединяют плоские грани .

Второй важный аспект – это оптимизация текстур. Текстуры – это растровые изображения, которые накладываются на поверхность полигонов для придания им цвета, рельефа и других свойств . Большие текстуры высокого разрешения занимают много оперативной памяти видеокарты и замедляют работу. На этапе отладки сцены, когда художник настраивает материалы и освещение, можно использовать уменьшенные копии текстур. Например, если финальная текстура имеет размер четыре тысячи на четыре тысячи пикселей, то для тестовой работы достаточно копии размером тысяча два на тысяча два пикселя . Это значительно ускоряет перерисовку сцены и позволяет быстрее вносить изменения. Существует также практика использования тайлинга, то есть многократного повторения маленькой текстуры, вместо использования одной огромной картинки. Это позволяет сэкономить память и ускорить рендеринг,

особенно при создании больших поверхностей, таких как полы, стены или ландшафты .

Третий аспект оптимизации связан с освещением и тенями. Сложные источники света с мягкими тенями и глобальным освещением требуют огромных вычислительных ресурсов. На этапе предварительной настройки можно отключить глобальное освещение, использовать упрощённые модели теней или вовсе работать без них, сфокусировавшись на композиции сцены и анимации объектов. Также можно временно отключить расчёт отражений и преломлений для прозрачных объектов. Все эти меры позволяют ускорить интерактивную работу и быстрее получить результат пробных рендеров .

Рендеринг сцены

Рендеринг, или визуализация, – это заключительный этап работы над трёхмерной сценой, в ходе которого компьютерная программа преобразует математическое описание трёхмерной сцены в плоское растровое изображение . Это самый ресурсоёмкий этап, поскольку рендерер должен рассчитать цвет каждого пикселя финальной картинки с учётом геометрии объектов, их материалов, источников света, теней, отражений, преломлений и других оптических эффектов.

Процесс рендеринга начинается с настройки параметров вывода. Пользователь задаёт разрешение финального изображения, например, тысяча девятьсот двадцать на тысячу восемьдесят пикселей для Full HD или три тысячи восемьсот сорок на две тысячи сто шестьдесят для 4K. Также выбирается формат файла и степень сжатия. Важным параметром является выбор рендерера – программного движка, который выполняет расчёты . Существуют разные типы рендереров. Некоторые из них, называемые физически корректными, моделируют распространение света в сцене максимально реалистично, учитывая законы физики. Другие являются более быстрыми, но менее точными и используются для черновых просчётов или для сцен, где реализм не требуется.

Ключевым понятием в современном рендеринге является глобальная иллюминация, то есть учёт не только прямого света от источников, но и многократно отражённого света от поверхностей. Именно глобальная иллюминация делает изображения фотореалистичными, так как в реальном мире свет отражается от стен, потолка и других объектов, окрашивая соседние поверхности. Расчёт глобальной иллюминации требует очень больших вычислительных мощностей. Для его ускорения используются различные методы, такие как фотонные карты, карты освещённости и алгоритмы Монте-Карло.

В процессе рендеринга могут применяться дополнительные эффекты, повышающие реалистичность изображения. Один из таких эффектов – глубина

резкости, когда объекты, находящиеся на определённом расстоянии от камеры, выглядят резкими, а более близкие и далёкие – размытыми. Другой эффект – bloom, или свечение, при котором яркие источники света как бы размываются и создают ореол вокруг себя, что имитирует поведение реальных объективов камер. Также используется эффект линзы, добавляющий блики отражения света внутри оптической системы.

Важным аспектом рендеринга является сглаживание, или антиэлайзинг. Поскольку пиксели имеют квадратную форму, наклонные линии и границы объектов в растровом изображении выглядят ступенчатыми. Это явление называется алиасингом. Для его устранения используются алгоритмы сглаживания, которые рассчитывают цвет пикселя не по одной точке в его центре, а усредняют значения нескольких точек внутри пикселя, что делает границы более плавными .

Наконец, современные рендереры позволяют сохранять не только финальное цветное изображение, но и дополнительные каналы информации, так называемые маски или альфа-каналы. Например, можно сохранить отдельный канал, в котором каждый объект имеет свой уникальный цвет идентификатора. Затем, при постобработке в растровом редакторе, этот канал используется для быстрого выделения нужного объекта и применения к нему эффектов без повторного рендеринга всей сцены . Это значительно расширяет возможности композитинга, то есть объединения нескольких рендеров в одно финальное изображение, и экономит время на финальной доработке. После завершения всех расчётов полученное растровое изображение сохраняется в файл и может быть использовано в полиграфии, вебе, видео или других целях.

ТЕМА 6. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Аппаратные средства компьютерной графики представляют собой совокупность физических устройств, которые обеспечивают создание, ввод, обработку, хранение и вывод графической информации. Эти устройства делятся на три большие группы в зависимости от выполняемой функции. Первая группа – это устройства ввода, которые преобразуют визуальную информацию из внешнего мира в цифровую форму, понятную компьютеру. Вторая группа – это устройства вывода, которые выполняют обратную задачу: преобразуют цифровые графические данные в форму, воспринимаемую человеком, то есть на экран, бумагу или пленку. Третья группа – это устройства обработки, которые выполняют все вычисления, необходимые для создания и преобразования графики, и включают в себя в первую очередь графические ускорители.

Устройства ввода

Устройства ввода графической информации служат для перевода изображений и чертежей с физических носителей, таких как бумага или фотопленка, в цифровой формат, а также для непосредственного создания цифровых рисунков с помощью движений руки человека. К основным устройствам ввода относятся сканеры, дигитайзеры, графические планшеты, цифровые фотоаппараты и видеокамеры.

Сканеры предназначены для ввода плоских изображений, таких как фотографии, рисунки, чертежи, документы и книги. Принцип работы большинства сканеров основан на том, что подвижная каретка с источником света и линейкой светочувствительных сенсоров построчно проходит над оригиналом. Свет отражается от поверхности оригинала и попадает на сенсоры, которые преобразуют интенсивность света в электрический сигнал, а затем в цифровые значения яркости для каждого пикселя. Существует несколько типов сканеров. Планшетные сканеры являются наиболее распространёнными и предназначены для работы с листовыми оригиналами и книгами. Протяжные сканеры используются для автоматического ввода больших стопок документов, где лист протягивается через неподвижную считывающую головку. Слайд-сканеры специализируются на сканировании прозрачных оригиналов – фотопленок и слайдов, и обеспечивают более высокое качество, чем обычные планшетные сканеры. Для профессиональной работы в полиграфии используются барабанные сканеры, где оригинал закрепляется на вращающемся барабане, а считывающий элемент движется вдоль оси. Барабанные сканеры обеспечивают максимальное разрешение и глубину цвета, но очень дороги.

Основными характеристиками сканера являются оптическое разрешение, измеряемое в точках на дюйм, или DPI, и глубина цвета, то есть количество бит на каждый цветовой канал. Для домашнего использования достаточно разрешения шестьсот – тысяча двести DPI, а для профессионального сканирования слайдов и высококачественной полиграфии требуется две тысячи четыреста – четыре тысячи восемьсот DPI. Динамический диапазон сканера определяет, насколько хорошо он различает детали в тенях и на светлых участках, и особенно важен при сканировании слайдов.

Дигитайзеры и графические планшеты предназначены для ручного ввода графической информации, то есть для рисования от руки непосредственно в цифровом виде. Графический планшет, также известный как дигитайзер, состоит из плоской поверхности, на которой пользователь рисует специальным пером, стилусом, и датчиков, которые отслеживают положение пера. При движении пера по планшету его координаты с высокой частотой передаются в компьютер, и программа рисует линию, повторяющую движение руки. Профессиональные планшеты различаются по размеру рабочей поверхности, чувствительности к нажатию пера, которая позволяет менять толщину или прозрачность линии в зависимости от силы нажатия, и чувствительности к наклону пера. Некоторые планшеты также имеют встроенный дисплей, то есть пользователь рисует прямо на экране, что делает работу максимально приближенной к рисованию на бумаге. Графические планшеты незаменимы для художников, дизайнеров и ретушёров, поскольку позволяют добиться естественных плавных линий, что невозможно сделать обычной мышью.

Дигитайзерами также называют устройства для ввода трёхмерных объектов. Трёхмерный дигитайзер представляет собой механическую руку с шарнирами или систему оптических датчиков, которая позволяет обводить реальный физический объект и получать его трёхмерную модель в виде набора точек.

Цифровые фотоаппараты и видеокамеры являются устройствами ввода, которые фиксируют реальные сцены и объекты, преобразуя свет, прошедший через объектив, в цифровое изображение. В основе любой цифровой камеры лежит матрица, или сенсор, состоящая из миллионов светочувствительных элементов. Каждый элемент фиксирует интенсивность света, а цвет получается с помощью набора цветных фильтров, расположенных поверх матрицы. Чаще всего используется фильтр Байера, представляющий собой мозаику из красных, зелёных и синих фильтров. Затем процессор камеры выполняет интерполяцию, то есть вычисляет недостающие цвета для каждого пикселя, и сохраняет результат в файл. Профессиональные камеры позволяют сохранять изображения в формате RAW, который содержит необработанные данные непосредственно с матрицы без какой-либо обработки. Это даёт фотографу максимальную свободу при последующей обработке, но требует глубоких знаний и специального

программного обеспечения. Основными характеристиками цифровых камер являются разрешение матрицы в мегапикселях, физический размер матрицы, светочувствительность, динамический диапазон и качество оптики. Для серьёзной работы в компьютерной графике используются зеркальные или беззеркальные камеры с большими матрицами и возможностью смены объективов.

Устройства вывода

Устройства вывода графической информации преобразуют цифровые данные в форму, доступную для визуального восприятия человеком. К ним относятся мониторы, принтеры, плоттеры и цифровые проекторы.

Мониторы являются основным устройством вывода для интерактивной работы с графикой. Современные мониторы строятся на основе жидкокристаллических панелей, или LCD, а также органических светодиодов, или OLED. Жидкокристаллический монитор состоит из слоя жидких кристаллов, которые под действием электрического поля изменяют свою ориентацию и тем самым пропускают разное количество света от подсветки. Каждый пиксель на экране состоит из трёх субпикселей красного, зелёного и синего цвета. Меняя напряжение на каждом субпикселе, можно получить любой цвет в модели RGB. Технология OLED работает иначе: каждый субпиксель излучает свет самостоятельно, без отдельной подсветки, что позволяет получать абсолютно чёрный цвет, так как чёрный пиксель просто не светится. OLED-мониторы обеспечивают более высокую контрастность и более насыщенные цвета, но стоят дороже и могут страдать от выгорания.

Для профессиональной работы с графикой важны такие характеристики монитора, как цветовой охват, то есть какой процент эталонных цветовых пространств, например sRGB или Adobe RGB, способен отобразить монитор. Важна глубина цвета, то есть количество оттенков каждого канала. Профессиональные мониторы поддерживают десять бит на канал, что даёт более плавные градиенты по сравнению с восемью битами. Также важен тип матрицы. Матрицы IPS, или In-Plane Switching, обеспечивают широкие углы обзора и точную цветопередачу, поэтому именно они рекомендуются для работы с графикой. Матрицы TN, или Twisted Nematic, обладают малым временем отклика и дёшевы, но имеют плохие углы обзора и искажают цвета. Матрицы VA занимают промежуточное положение. Калибровка монитора с помощью специального прибора-калибратора является обязательной процедурой для профессиональной работы, поскольку без калибровки невозможно гарантировать, что отображаемый цвет соответствует цифровым значениям в файле.

Принтеры предназначены для вывода графики на бумагу или другие физические носители. В компьютерной графике используются в основном два типа принтеров: струйные и лазерные. Струйные принтеры формируют изображение, распыляя микроскопические капли жидких чернил на бумагу. Головка принтера, содержащая сотни сопел, движется поперёк листа, нанося чернила в нужных местах. В профессиональных струйных принтерах используется не четыре стандартных цвета CMYK, а шесть, восемь или даже двенадцать цветов, включая дополнительные оттенки голубого, пурпурного, серого и чёрного. Это позволяет добиться более широкого цветового охвата и более плавных градиентов, а также качественной печати чёрно-белых фотографий без нежелательного цветного оттенка. Струйные принтеры способны печатать на различных материалах: от обычной бумаги до холста, фотобумаги и виниловой плёнки. Лазерные принтеры работают по принципу электрофотографии. Лазер создаёт на вращающемся фотобарабане скрытое электростатическое изображение, к которому прилипает тонер, то есть сухой порошок. Тонер переносится на бумагу и затем закрепляется высокой температурой. Лазерные принтеры печатают быстрее струйных и обеспечивают более чёткие линии, что делает их предпочтительными для печати текста и деловой графики. Однако для высококачественной фотопечати лазерные принтеры уступают профессиональным струйным.

Плоттеры, или графопостроители, являются специализированными устройствами вывода для широкоформатной печати чертежей, схем, плакатов и рекламных баннеров. Плоттеры бывают перьевые, где линия рисуется подвижным пером с чернилами, и струйные, работающие по тому же принципу, что и струйные принтеры, но на листах большого формата, например A1 или A0. Современные плоттеры практически полностью вытеснили перьевые и используются в архитектуре, машиностроении, картографии и наружной рекламе. Важной характеристикой плоттера является максимальная ширина рулона или листа, на котором он может печатать, а также точность позиционирования и скорость печати.

Цифровые проекторы предназначены для вывода графического изображения на большой экран для группового просмотра. Проекторы используются в учебных аудиториях, конференц-залах и домашних кинотеатрах. Наиболее распространены проекторы на основе технологии DLP, или Digital Light Processing, где изображение формируется с помощью микроскопических зеркал, каждое из которых соответствует одному пикселю и может быстро переключаться между включённым и выключенным состоянием. Другая технология – это 3LCD, использующая три жидкокристаллические панели для красного, зелёного и синего каналов. Для работы с компьютерной графикой важны такие характеристики проектора, как яркость в люменах, контрастность и разрешение. В учебных и презентационных целях используется яркость от двух

до четырёх тысяч люмен, а для домашних кинотеатров могут быть достаточны и более низкие значения при условии полного затемнения помещения.

Устройства обработки

Устройства обработки графической информации – это в первую очередь графические ускорители, также известные как видеокарты или GPU, что расшифровывается как Graphics Processing Unit. Графический ускоритель представляет собой специализированный процессор, предназначенный для выполнения большого количества однотипных параллельных вычислений, необходимых для обработки графики. В отличие от центрального процессора, который имеет относительно небольшое количество мощных ядер для последовательных вычислений, графический процессор содержит тысячи простых ядер, которые работают одновременно. Такая архитектура идеально подходит для задач, где одна и та же операция должна быть выполнена над миллионами пикселей или вершин трёхмерных моделей.

Современный графический ускоритель выполняет ключевые этапы графического конвейера. Он обрабатывает вершины трёхмерных моделей, преобразуя их из трёхмерных координат в двумерные координаты экрана. Он выполняет растеризацию, то есть превращает геометрические примитивы в пиксели. Он вычисляет освещение и затенение с учётом источников света и свойств материалов. Он накладывает текстуры на поверхности объектов, применяет фильтрацию и выполняет пост-эффекты, такие как размытие, глубина резкости или bloom. Видеокарта также содержит собственную видеопамять, в которой хранятся текстуры, модели, буферы кадров и другая графическая информация. Объём видеопамяти и её пропускная способность критически важны для работы с высокими разрешениями и большими текстурами.

Помимо классических задач трёхмерной графики, современные графические ускорители активно используются для вычислений общего назначения, то есть не связанных напрямую с графикой. Эта область называется GPGPU, что означает General-Purpose Computing on Graphics Processing Units. Благодаря своей массивно-параллельной архитектуре видеокарты значительно ускоряют задачи машинного обучения, в том числе генерацию изображений нейросетями, научные расчёты, криптографию, обработку видео и многие другие задачи. В контексте компьютерной графики это означает, что многие алгоритмы, которые раньше выполнялись центральным процессором, теперь могут быть перенесены на видеокарту, что даёт многократное ускорение. Например, финальный рендеринг сложной трёхмерной сцены, который на центральном процессоре мог бы занимать часы, на мощной видеокарте может быть выполнен за минуты или даже секунды при использовании специализированных рендереров, таких как NVIDIA OptiX или CUDA-версии популярных движков.

Для работы с графикой также важна подсистема ввода-вывода, включающая мониторы и интерфейсы их подключения. Современные видеокарты поддерживают стандарты DisplayPort и HDMI, которые обеспечивают высокую пропускную способность для передачи видео с высоким разрешением и частотой обновления. Для профессиональных задач, таких как работа с цветокоррекцией видео в 4K или 8K, требуются видеокарты с большим объёмом памяти и поддержкой аппаратного ускорения кодеков. В целом, производительность устройств обработки графики является определяющим фактором для комфортной работы в современных графических пакетах, особенно в трёхмерном моделировании, анимации и обработке видео.

II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1
Знакомство с графической системой КОМПАС-3D V10

Цель работы: Освоение основных приемов работы с редактором **КОМПАС–ГРАФИК**

Задание 1.1. Построить изображение плоской детали **Пластина**, используя образец на рис. 1.1.

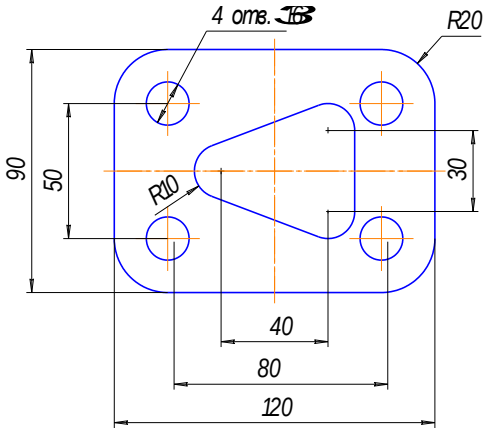
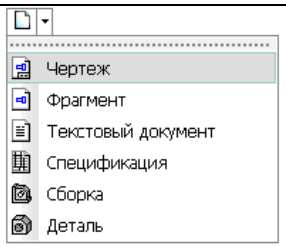
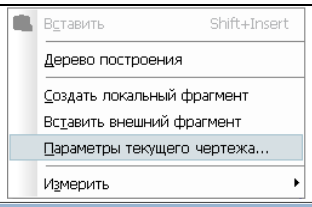
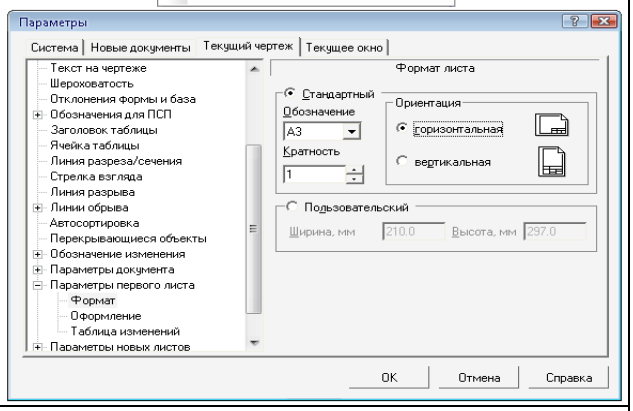
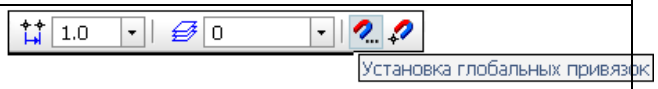
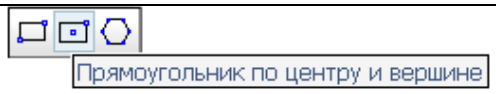
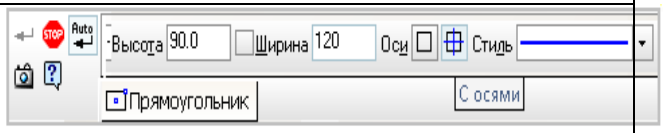
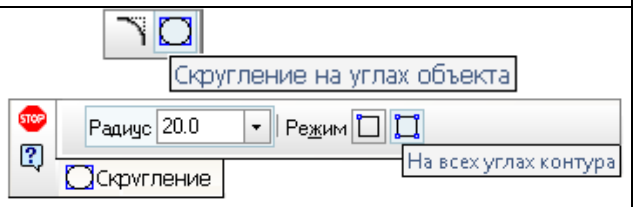
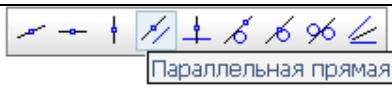
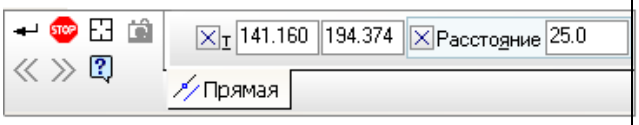
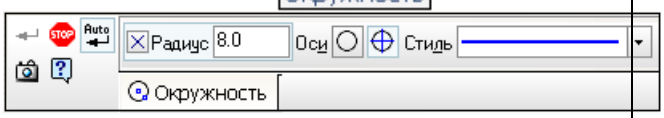
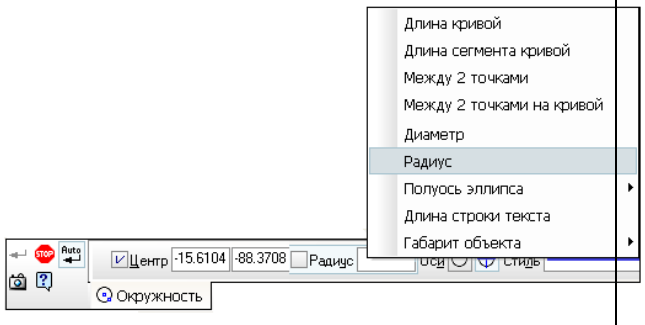
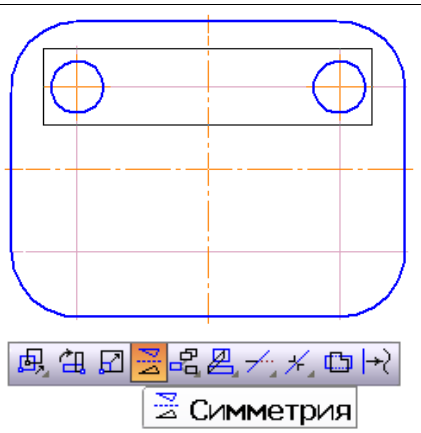
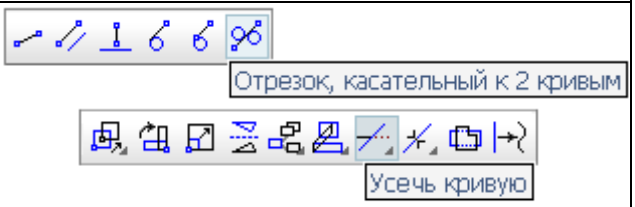


Рис. 1.1

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10. Из меню кнопки  ***Создать*** на ***Стандартной панели*** выберите пункт ***Чертеж***	
Из контекстного меню выберите команду ***Параметры текущего чертежа***. В окне диалога ***Параметры*** щелком мышью раскройте раздел ***Параметры первого листа***, выберите пункт ***Формат***, из списка ***Обозначение*** – формат **А3**. Установите его горизонтальную ориентацию. Оформление основной надписи чертежа соответствует стилю ***Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104–68***. Эти установки оставьте без изменений. Для сохранения настроек нажмите кнопку ***ОК***	 
Создайте в папке ***Мои документы*** папку с названием своей группы (например, ЭС-1-09) и сохраните файл под именем **Пластина**	
Нажмите кнопку  ***Установка глобальных привязок*** на ***Панели текущее состояния***	
Нажмите кнопку  ***Прямоугольник по центру и вершине***	
На ***Панели свойств*** в соответствующее поле введите значение высоты прямоугольника 90 и нажмите клавишу **[***Enter***]**, аналогичным образом введите значение ширины 120. Для отрисовки осей нажмите кнопку  ***С осями***. Система построит прямоугольник, щелчком мыши зафиксируйте его положение	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Нажмите кнопку ***Скругление на углах объекта***. На ***Панели свойств*** введите в поле или выберите из списка значение радиуса скругления 20 , щелкните на кнопке ***На всех углах контура***, укажите курсором на любую из сторон прямоугольника. Система выполнит скругление всех углах прямоугольника	
Для определения положения центров окружностей выполните вспомогательные построения: нажмите кнопку ***Параллельная прямая***, щелкните курсором на горизонтальной оси и введите на ***Панели свойств*** в поле Расстояние 25.0 ***Расстояние до прямой*** значение 25. Для фиксации прямых нажмите кнопку ***Создать объект***. Выполните аналогичные построения от вертикальной оси, задав расстояние – 40. Полученные точки пересечений определят положение центров отверстий	 
Нажмите кнопку ***Ввод окружности***. На ***Панели свойств*** в поле ***Радиус окружности*** введите значение 8. Для отрисовки осей нажмите кнопку ***С осями***. Система выполнит построение первой окружности. Для построения другой окружности воспользуйтесь ***Геометрическим калькулятором***: в поле ***Радиус*** щелкните правой кнопкой мыши, выберите из контекстного меню команду ***Радиус*** и укажите курсором на первой окружности. Система выполнит построение второй окружности	  

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Выделите рамкой изображение окружностей. На **панели** ***Редактирование*** нажмите кнопку ***Симметрия***. Нажмите кнопку ***Выбор базового объекта*** и щелкните мышью по горизонтальной оси симметрии. Система выполнит построение нижних отверстий. Прервите работу команды ***Симметрия*** и снимите выделение со всех объектов.	
Для удаления вспомогательных построений выполните команду ***Редактор/Уда–лить/Вспомогательные кривые и точки/В текущем виде***	
Для построения выреза определите положения центров дуг, используя вспомогательные построения	
Нажмите кнопку ***Отрезок, касательный к двум кривым*** и выполните построение сопряжений Для удаления ненужных построений выберите на ***панели Редактирование*** кнопку ***Усечь кривую***	
Сохраните выполненный чертеж, не проставляя размеров	

Задание 1.2. Построить многоугольник, описанный (вписанный) вокруг окружности. Для построения изображения следует использовать образец на рис.1.2.

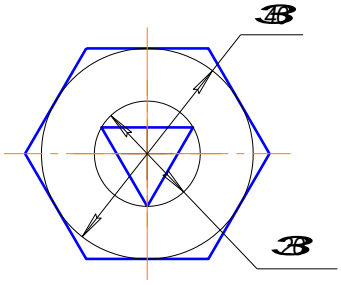
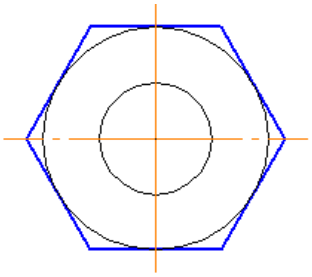
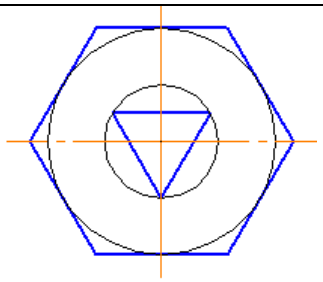
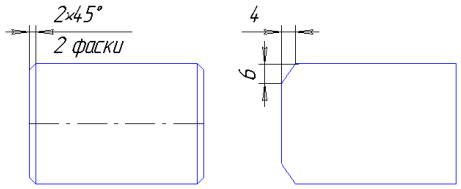


Рис. 1.2

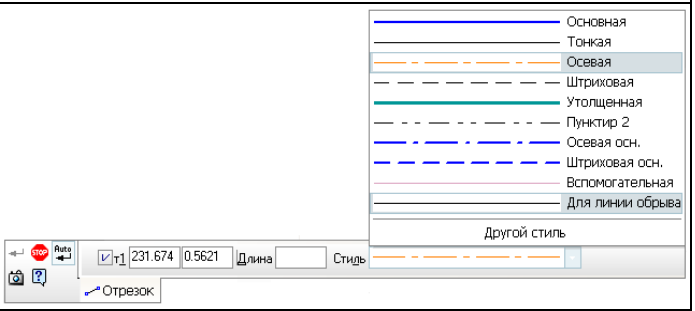
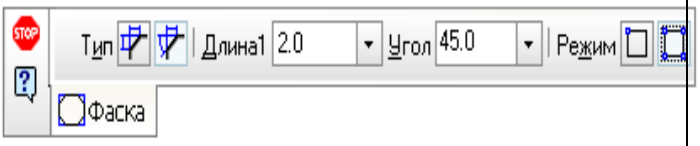
Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
На ***панели Геометрия н***ажмите кнопку  ***Ввод многоугольника***. На ***Панели свойств*** в поле ***Количество вершин*** установите количество вершин многоугольника – 6 Для определения способа построения включите кнопку–переключатель  ***По вписанной окружности***. В поле ***Радиус*** введите значение радиуса, используемого при построении многоугольника – 20. Нажмите кнопку  ***С осями*** и щелчком мыши зафиксируйте положение многоугольника	 
Для построения треугольника установите количество вершин, равное 3, выберите способ построения  ***По описанной окружности***, введите значение радиуса – 10 и выполните построение	
Нажмите кнопку  ***Прервать команду*** для завершения работы команды	

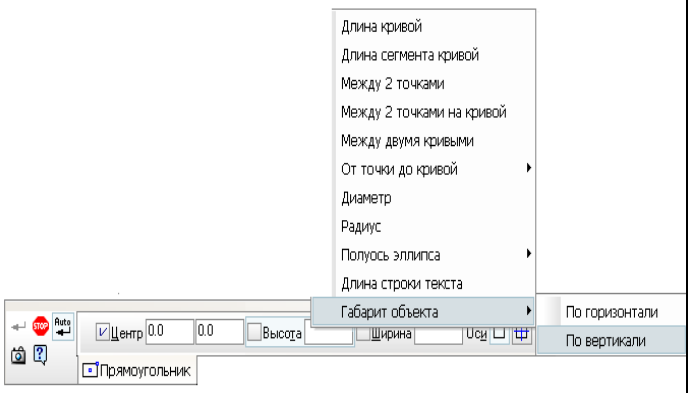
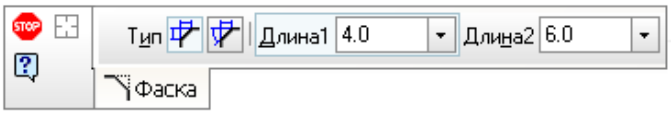
Задание 1.3. Выполнить построение фасок:
а) по значениям длины катета и угла фаски;
б) по значениям длин катетов фаски.
Для построения изображений использовать образец на рис. 1.3.



а) б)

Рис. 1.3

Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Построить фаску по значениям длины катета и угла	
Нажмите кнопку ***Прямоугольник по центру и вершине***. Зафиксируйте прямоугольник щелчком мыши	
Нажмите кнопку ***Ввод отрезка***. На ***Панели свойств*** выберите из списка стиль ***Осевая*** и постройте горизонтальную осевую линию	
Нажмите кнопку ***Фаска на углах объекта***. На ***Панели свойств*** для построения фаски по значениям катета и угла – 2x45° выберите значения параметров или введите их в соответствующие поля. В поле ***Длина*1** – значение длины катета фаски – 2, остальные параметры примите по умолчанию. Укажите курсором любую из сторон прямоугольника, система выполнит построение фаски на всех углах прямоугольника	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Построение фаски по значениям длин катетов	
Для построения второго прямоугольника используйте ***Геометрический калькулятор***. Нажмите кнопку  ***Прямоугольник по центру и вершине***; на ***Панели свойств*** щелкните правой кнопкой мыши в поле ***Высота*** и из контекстного меню выберите команду ***Габарит объекта/По вертикали***, после чего щелкните мышью на высоте прямоугольника. Выполните аналогичные действия в поле ***Ширина***, выбрав из меню ***Габарит объекта/По горизонтали***. Система выполнит построение прямоугольника. Щелчком мыши зафиксируйте его положение	
Выделите щелчком мыши прямоугольник и выполните команду ***Редактор/Разрушить***	
Нажмите кнопку  ***Фаска***. Для построения фаски по длинам двух катетов на ***Панели свойств*** нажмите кнопку  ***Фаска по двум длинам***. В поля ***Длина1*** и ***Длина2*** введите соответственно значения длин катетов:4 и 6. Укажите курсором нужные стороны объекта, система выполнит построение фаски	
Нажмите кнопку  ***Прервать команду*** для завершения работы команды	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Сохраните выполненный чертеж, не проставляя размеров, и завершите работу с системой	

Контрольные вопросы:

1. Перечислите элементы графического интерфейса системы КОМПАС.
2. Как выполняются настройки чертежа: выбор формата, его ориентация, стили основной надписи?
2. Как в графическом редакторе выполняется построение плоского чертежа?
3. С помощью каких команд выполняется управление изображением на чертеже?

Лабораторная работа № 2
Создание проекционных чертежей

Цель работы: Освоение основных приемов точного построения чертежа

Задание 2.1. Выполнить двухпроекционный чертеж детали **Фланец**, используя образец на рис. 2.1.

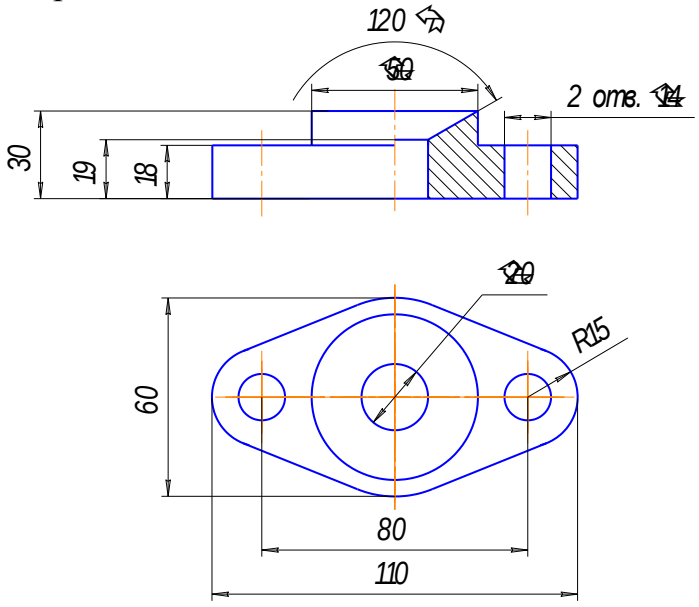
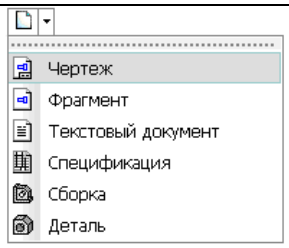
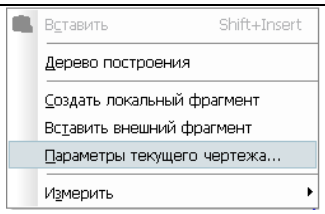
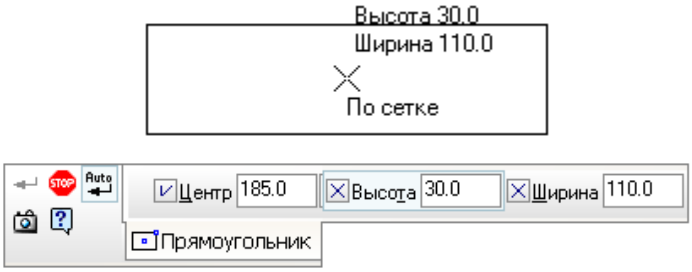
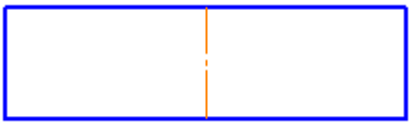
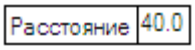
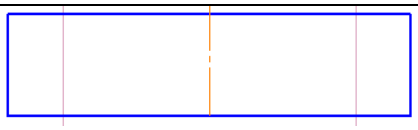
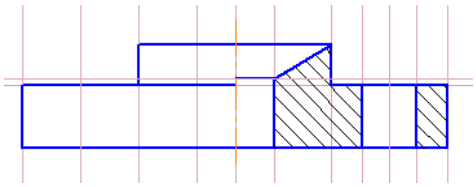
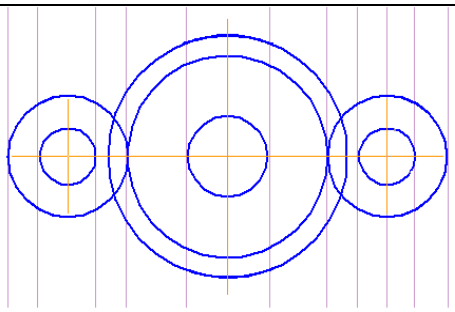
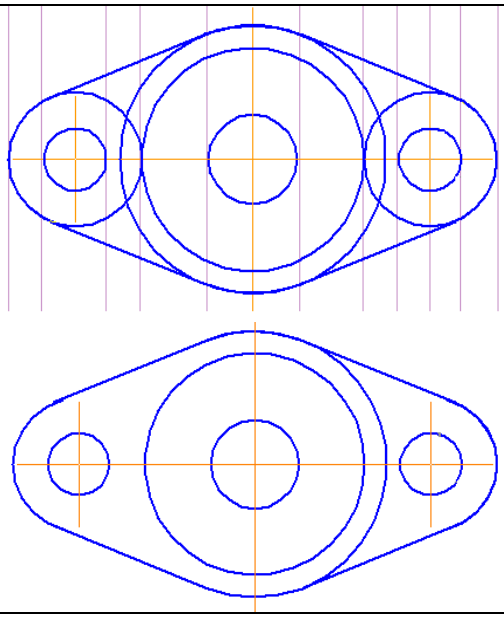


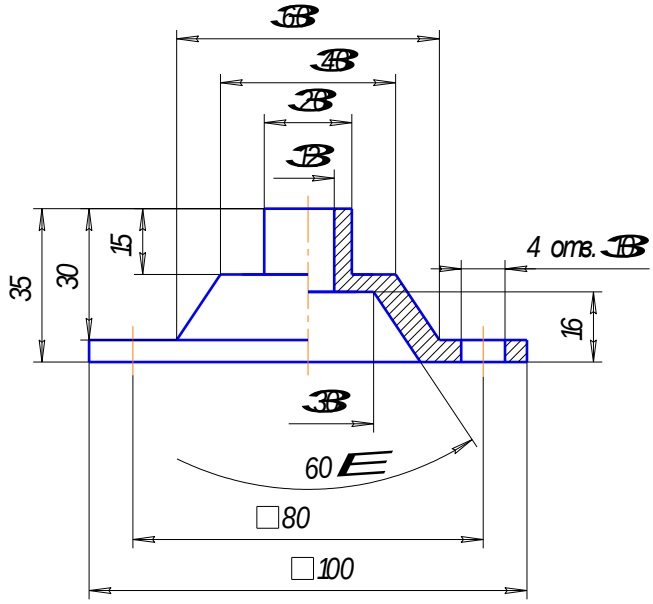
Рис. 2.1

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10. Из меню кнопки  ***Создать*** на ***Стандартной панели*** выберите пункт ***Чертеж***	
Из контекстного меню выберите команду ***Параметры текущего чертежа***. В окне диалога ***Параметры*** раскройте раздел ***Параметры первого листа***, выберите пункт ***Формат***, из списка ***Обозначение*** – формат **А3**. Установите его горизонтальную ориентацию. Оформление основной надписи чертежа соответствует стилю ***Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104–68*** Эти установки оставьте без изменений. Для сохранения настроек нажмите кнопку ***ОК***	
Нажмите кнопку  ***Установка глобальных привязок*** на ***Панели текущего состояния***, в окне диалога включите опцию ***Все привязки*** и нажмите кнопку ***ОК***	
Для отображения документа целиком на ***Панели Вид*** нажмите кнопку  ***Показать все***	
Сохраните на диске файл под именем **Фланец**	
Построение вида спереди[1]	
Нажмите кнопку  ***Прямоугольник по центру и вершине***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
На ***Панели свойств*** в соответствующее поле введите значение высоты прямоугольника – 30 и нажмите клавишу **[***Enter***]**, аналогичным образом введите значение ширины – 110 Зафиксируйте прямоугольник щелчком мыши	
Нажмите кнопку  ***Ввод отрезка*** и стилем линии ***Осевая*** постройте осевую линию	
Для определения положения центров крепежных отверстий фланца выполните вспомогательные построения: нажмите кнопку  ***Параллельная прямая***, щелкните курсором на вертикальной оси и на ***Панели свойств*** введите в поле  ***Расстояние до прямой*** значение 40 Для фиксации прямых нажмите кнопку  ***Создать объект***. Построенные прямые определят положение осей отверстий. Выполните стилем ***Осевая*** построение осей отверстий Аналогично выполните другие вспомогательные построения, которые позволят воспроизвести форму вычерчиваемой детали. Нажмите кнопку  ***Штриховка*** на ***панели Геометрия*** и выполните штриховку в соответствии с изображением на образце	 

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Построение вида сверху	
Нажмите кнопку  ***Вертикальная прямая*** и выполните построение линий проекционных связей	
Нажмите кнопку  ***Ввод окружности***. В соответствии с образцом постройте окружности соответствующих радиусов	
Нажмите кнопку  ***Отрезок, касательный к двум кривым*** и завершите построение. Для удаления ненужных построений выберите на ***панели Редактирование*** кнопку  ***Усечь кривую***	
Для удаления вспомогательных построений выполните команду ***Редатор/Удалить/Вспомогательные кривые и точки/В текущем виде*** и сохраните файл	

Задание 2.2. По наглядному изображению и виду спереди самостоятельно выполнить двухпроекционный чертеж детали **Крышка**. Для построения изображения следует использовать образец на рис. 2.2.



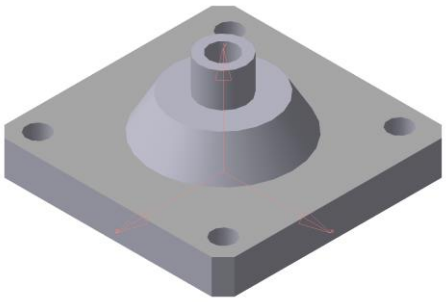


Рис. 2.2

Задание 2.3. По наглядному изображению самостоятельно выполнить трехпроекционный чертеж детали **Опора**. Для построения изображения использовать образец на рис. 2.3.

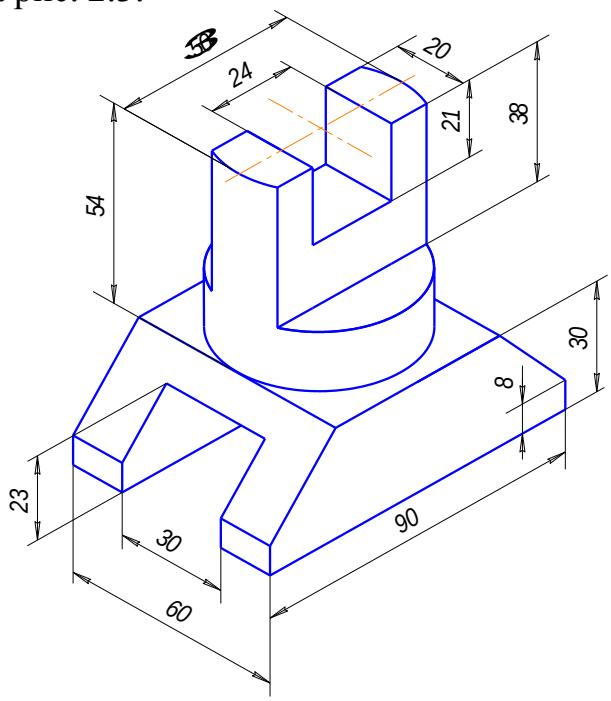


Рис. 2.3

Контрольные вопросы:

1. С какой целью используется механизм привязки?
2. Назовите назначение элемента интерфейса – Панели свойств. Каким образом выполняется ввод параметров в поля Панели свойств?
3. С помощью каких команд выполняются вспомогательные построения?

Лабораторная работа № 3
Знакомство с оформлением чертежа средствами графического редактора

Цель работы: Освоение основных приемов оформления чертежа

Задание 3.1. Выполните построение заготовки по образцу (рис. 3.1) и проставьте линейные размеры. Для построения изображения следует использовать образец на рис. 2.2.

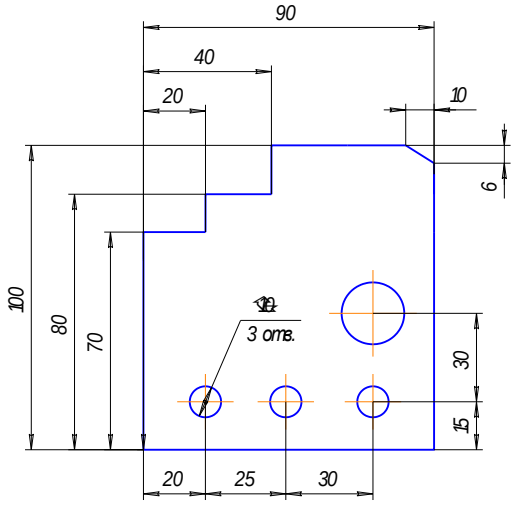
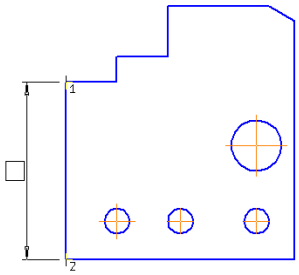
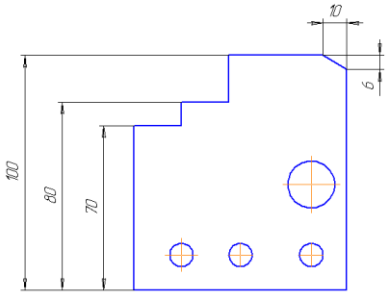
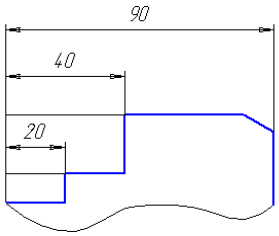
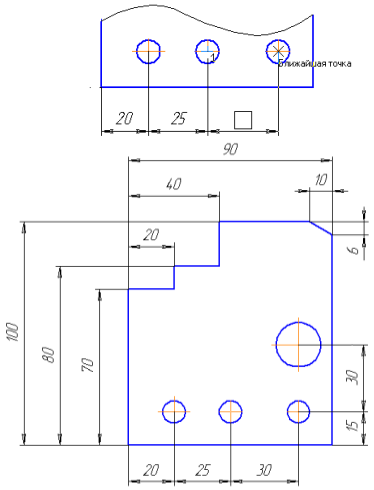
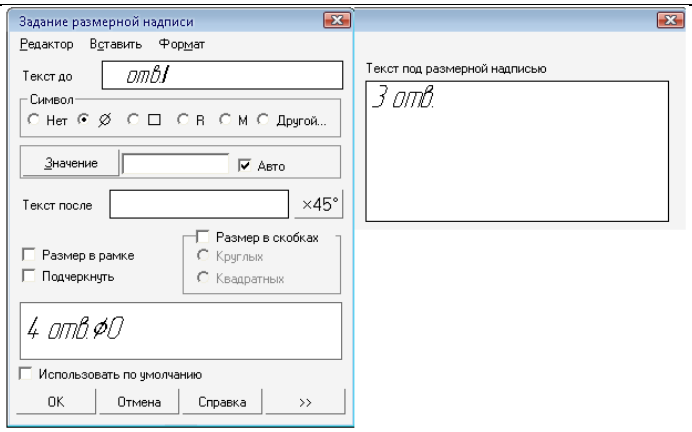


Рис. 3.1

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10. Создайте фрагмент и выполните построение заготовки детали	
Нажмите кнопку  ***Линейный размер***. Для простановки простых линейных размеров последовательно укажите две точки начала выносных линий, положение размерной линии, ее размещение. Для создания размера щелкните левой кнопкой мыши	 
Нажмите ***кнопку***  ***Линейный от общей базы***. Для простановки линейных размеров от общей базы укажите базовую точку для группы размеров, далее последовательно для каждого размера вторую точку привязки и положение размерной линии. Для создания размера щелкните левой кнопкой мыши	
Нажмите ***кнопку***  **Линейный цепной**. Для простановки цепных линейных размеров укажите базовую точку для цепи размеров, далее последовательно точки привязки для каждого размера и положение размерной надписи. Для создания размера щелкните левой кнопкой мыши	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
	
Нажмите кнопку ***Диаметральный размер***. Укажите курсором поочередно окружности для простановки размеров. Для размещения размера на полке перейдите на вкладку ***Параметры*** и выберите из списка ***Размещение текста*** нужную опцию. Для выполнения текстовой надписи на вкладке ***Размер*** щелчком мыши в поле ***Текст*** раскройте окно ***Задание размерной надписи*** и введите текст. Щелчком мыши зафиксируйте каждый из проставляемых размеров	
Нажмите кнопку ***Прервать команду*** для завершения работы команды	

Задание 3.2. Проставить диаметральные и угловые размеры. Выполните построение заготовки по образцу (рис. 3.18) и проставьте размеры.

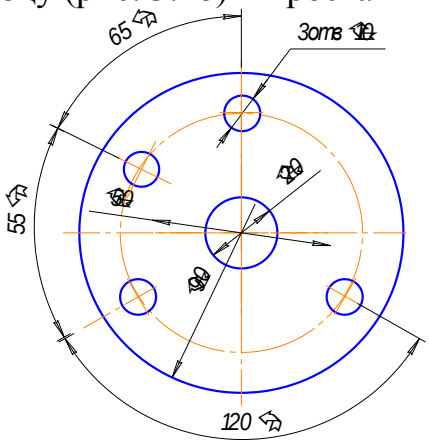
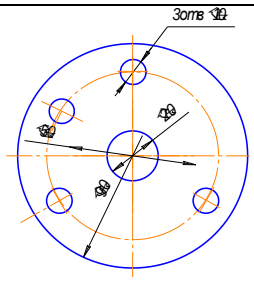
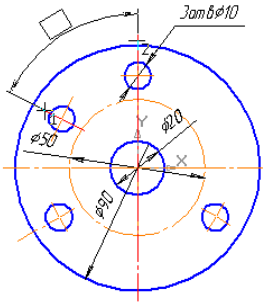
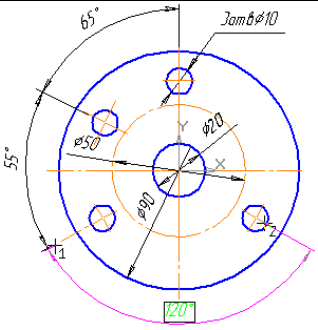


Рис. 3.2

Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Выполните построение заготовки детали	
Нажмите кнопку  ***Диаметральный размер***. Укажите курсором поочередно окружности для простановки размеров	
Нажмите кнопку  ***Угловой размер*** и последовательно укажите два отрезка для простановки размера. Щелчком мыши зафиксируйте размер	
Для простановки углового размера 120° на ***Панели свойств*** нажмите кнопку  ***На максимально тупой угол***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Нажмите кнопку  ***Прервать команду*** для завершения работы команды	

Задание 3.3. Выполните построение изделия по образцу (рис. 3.3), проставьте размеры и отредактируйте размерную надпись.

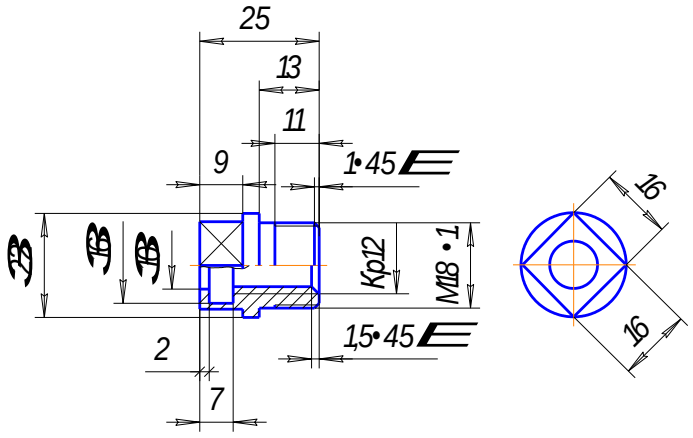
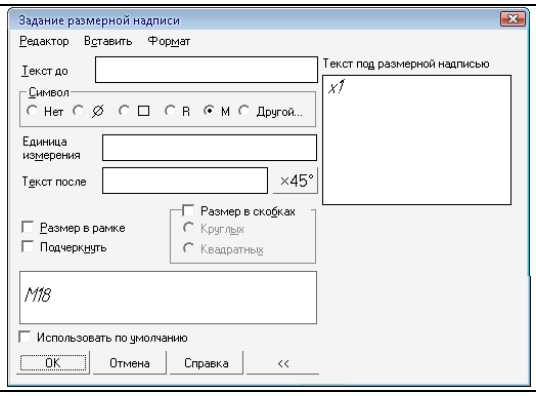


Рис. 3.3

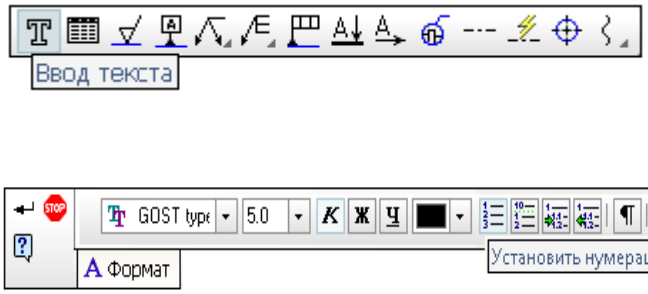
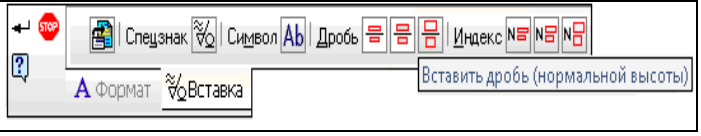
Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Выполните построение заготовки детали. Для ускорения построения воспользуйтесь командами  **Симметрия** и  ***Усечь кривую*** на ***панели Редактирование***	
Нажмите кнопку  ***Линейный размер*** и укажите точки начала выносных линий	
Для редактирования размерных надписей щелкните в поле ***Текст*** на ***Панели свойств***. В окне диалога установите для диаметральных размеров символ диаметра – **∅;** для размера резьбы – символы профилей резьбы **М** и **Кр**.	

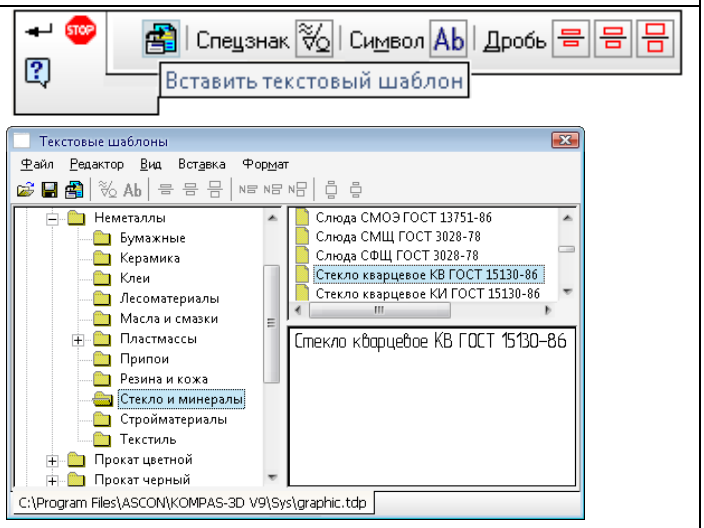
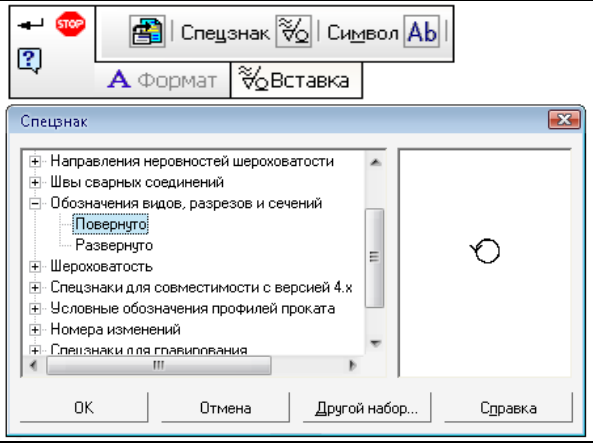
Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для ввода значения шага резьбы нажмите кнопку <<, установите курсор в поле ***Текст после***, введите в область ***Текст под размерной надписью*** текст **x1,5** и нажмите кнопку ***ОК***	
Нажмите кнопку ***Прервать команду*** для завершения работы команды	

Задание 3.4. Создать текст. Для создания текста следует использовать образец на (рис. 3.4).

1. *Пластина 60* $\frac{10\ КЭФ\ 0{,}5}{300\ КПД\ 20}$
2. *Стекло кварцевое КВ ГОСТ 15130-86*
3. *В-В* ⌐ *90* ⩤

Рис. 3.4

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Нажмите кнопку ***Ввод текста*** на ***панели Обозначения***. Укажите курсором положение точки привязки текста и в открывшейся рамке введите первую строку текста. Для автоматического формирования нумерованного списка на ***Панели свойств*** нажмите кнопку ***Установить нумерацию***	
Для ввода текста в виде дроби нажмите кнопку ***Вставить дробь (нормальной высоты)***.	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для перехода между строками дроби используйте клавиши управления курсором [↓] и [↑]. Для перехода к новой строке нажмите клавишу [*Enter*]	
Нажмите кнопку  ***Вставить текстовый шаблон*** для ввода предопределенного текста В окне диалога раскройте последовательно разделы ***Материал/Неметал–лы/Стекло и минералы***. В правой части окна в перечне выберите заданный на образце текст, для вставки его в документ выполните команду ***Файл/Вста–вить в документ***. Для перехода к новой строке нажмите клавишу [*Enter*]	
Для ввода спецзнака нажмите кнопку  ***Спецзнак.*** В окне диалога раскройте последовательно разделы ***Обозначения видов, разрезов и сечений/Повернуто***. В правой части окна отобразится выбранный спецсимвол. Для вставки его в текст нажмите кнопку ***ОК***	
Для создания текста нажмите кнопку  ***Создать объект***	
Нажмите кнопку  ***Прервать команду*** для завершения работы команды	

Задание 3.5. Создать позиционную линию-выноску, используя образец (рис.3.5).

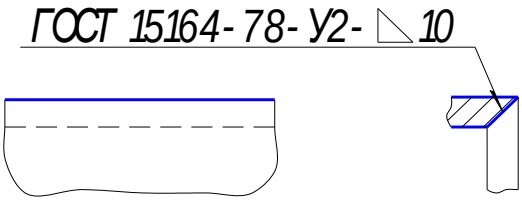
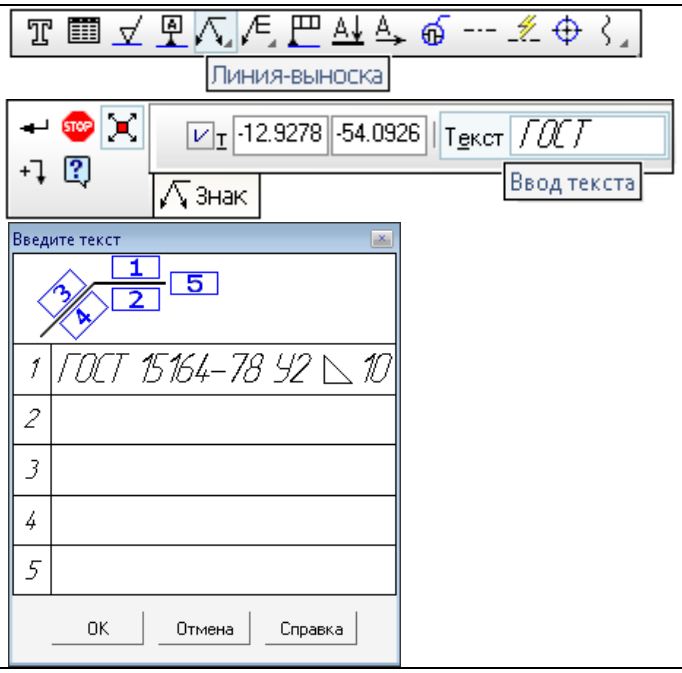


Рис. 3.5

Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Выполните построение образца. Нажмите кнопку ***Линия–выноска*** на ***панели Обозначения*** и задайте точку начала линии выноски. Для создания надписи щелкните мышью в поле ***Текст***. В окне диалога введите диалога введите обозначения сварного шва: обозначение стандарта; буквенно-цифровое обозначение шва; условное обозначение способа сварки; размер катета по стандарту и нажмите кнопку ***ОК***.	
Для создания линии–выноски нажмите кнопку ***Создать объект***	
Завершите работу с командой	

Контрольные вопросы:

1. Какие виды размеров поддерживаются в системе КОМПАС? С помощью каких команд выполняется их простановка?
2. Каким образом выполняется редактирование размерной надписи?
3. Какие команды используются для простановки линий-выносок, обозначения позиций?
4. Каким образом заполняется основная надпись на чертеже?

Лабораторная работа № 4
Построение изображений на основе библиотечных фрагментов

Цель работы: Освоение основных приемов работы с библиотеками.

Задание 4.1. Выполнить болтовое соединение с использованием соответствующих **б**иблиотечных элементов (рис. 4.1). Для построения изображения следует использовать образец (рис. 4.1).

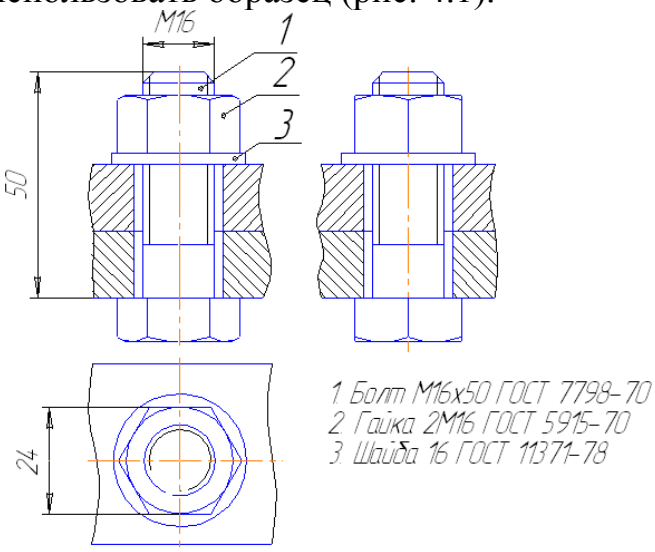
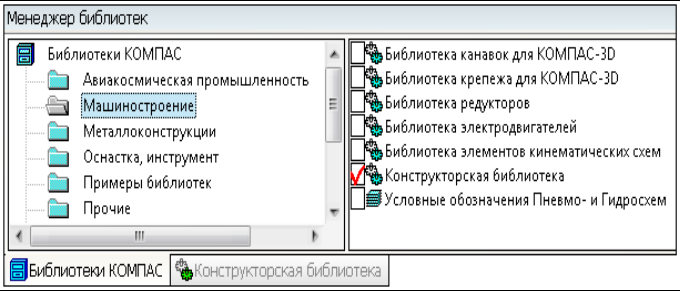
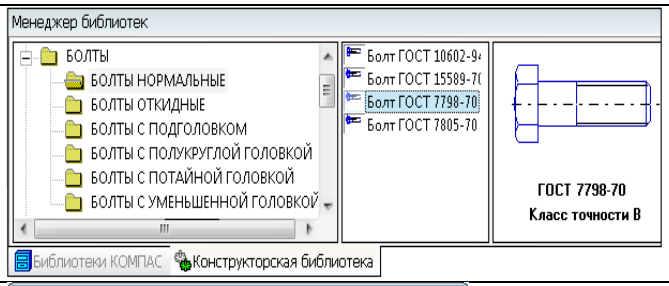
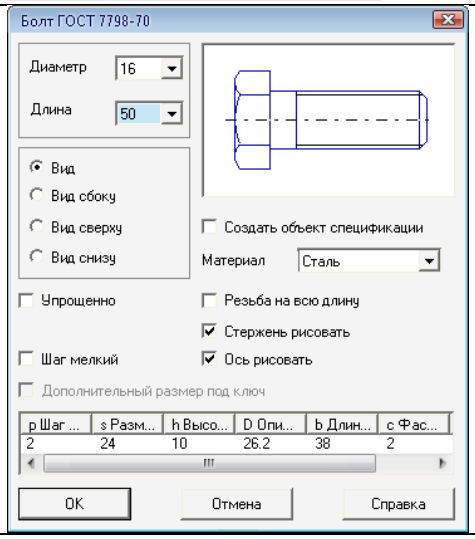
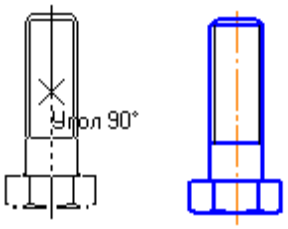
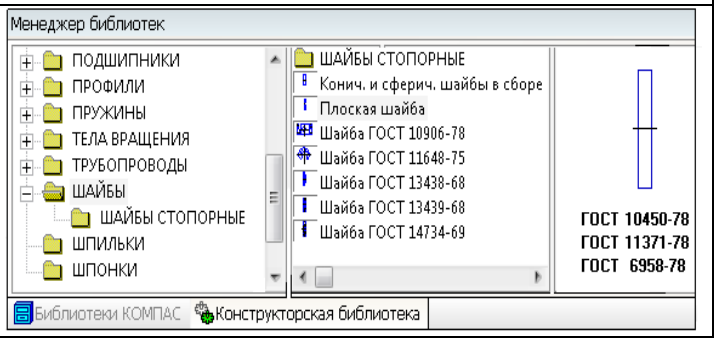
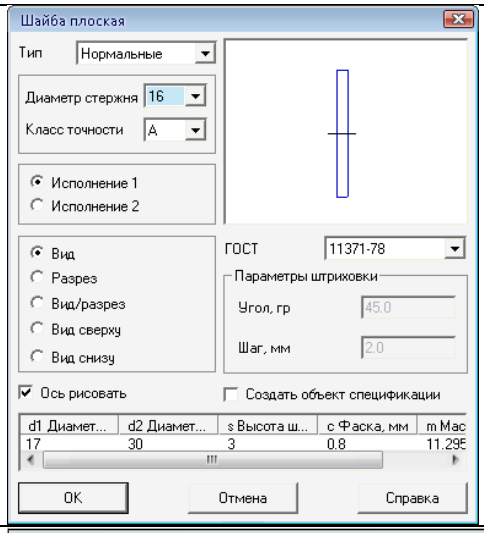
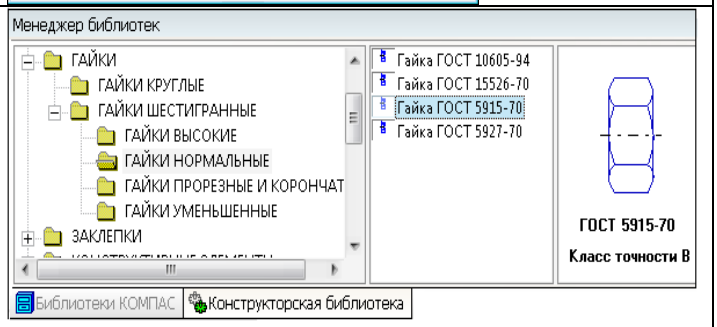


Рис. 4.1

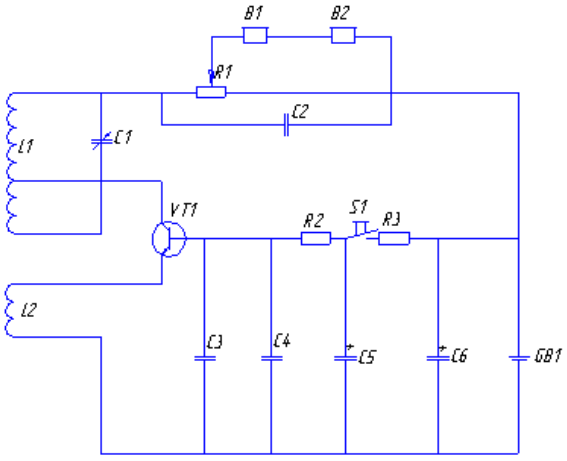
Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Запустите КОМПАС–3D V10. Создайте лист чертежа, установите привязки	
Нажмите кнопку  ***Менеджер библиотек*** на ***Стандартной панели***	
Щелчком мыши на разделе библиотеки ***Машиностроение*** откройте ***Конструкторскую библиотеку***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Выберите в разделе ***Болты/Болты нормальные*** элемент ***Болт ГОСТ 7798-70***	
Двойным щелчком на строке выбранного элемента откройте диалог выбора параметров болта. В поле ***Диаметр*** введите или выберите из списка значение 16; аналогично задайте длину болта 50, остальные параметры примите по умолчанию. Нажмите кнопку ***ОК***	
На экране отобразится фантом вставляемого элемента. Зафиксируйте положение болта в нужном месте чертежа и прервите работу с командой	
В ***Конструкторской библиотеке*** выберите раздел ***Шайбы/Плоская шайба***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Двойным щелчком на строке выбранного элемента откройте диалог выбора параметров плоской шайбы. В окне диалога задайте параметры шайбы, отключите опцию ***Ось рисовать***. Нажмите кнопку ***ОК*** и зафиксируйте положение шайбы в нужном месте чертежа	
Аналогичным образом выберите библиотечный элемент ***Гайка ГОСТ 5915-70***. В окне диалога параметров задайте значение диаметра 16, установите ***Исполнение 2***, отключите опцию ***Ось рисовать***, остальные параметры примите по умолчанию. Нажмите кнопку ***ОК*** и зафиксируйте положение гайки в нужном месте чертежа	
Для построения вида сверху выберите библиотечный элемент ***Гайка ГОСТ 5915-70***. В окне диалога параметров установите ***Вид сверху***, нажмите кнопку ***ОК*** и зафиксируйте положение гайки в нужном месте чертежа. Для точного построения используйте линии проекционной связи, построение которых выполняется с помощью вспомогательных прямых	
Аналогичным образом выполните построение вида слева	

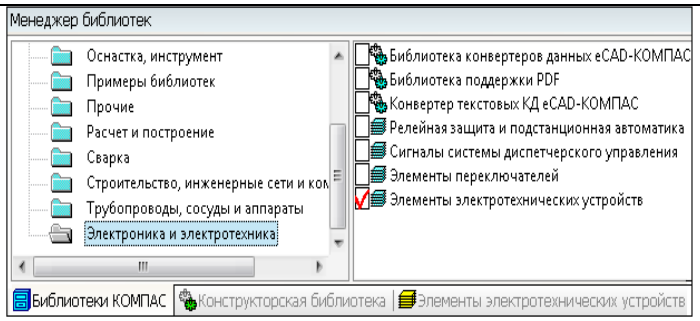
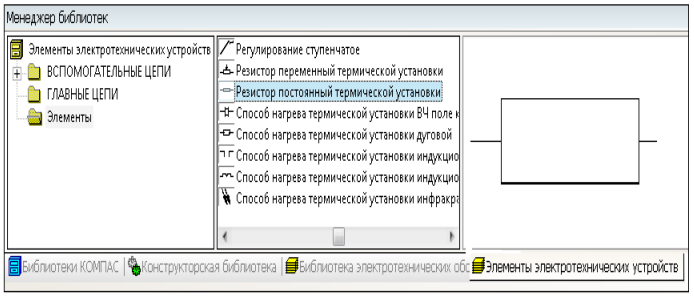
Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Достройте изображение болтового соединения. Для редактирования изображения резьбы на виде сверху необходимо предварительно разрушить макроэлемент, используя команду ***Разрушить*** из контекстного меню. Проставьте необходимые размеры, позиционные линии-выноски и сопроводите чертеж текстовыми данными	
Активизируйте основную надпись и заполните ее	КИГ 04.001 Болтовое соединение Лит. Масса Масштаб 1:1 Лист Листов 1 КГЭУ гр. ХХ-1-09

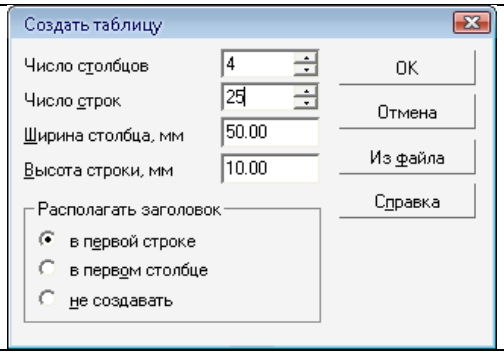
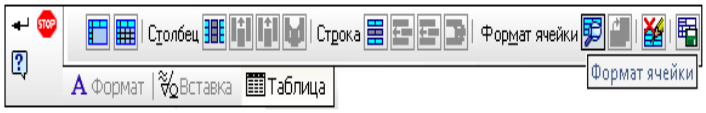
Задание 4.2. Выполнить электрическую принципиальную схему с использованием элементов библиотеки электротехнических устройств. Для построения схемы следует использовать образец **(**рис. 4.2). Построение схемы можно выполнять в произвольной последовательности, сохраняя связь между элементами схемы.



Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примеч.
B1, B2	Телефон головной	2	ТОН-2
	Конденсаторы		
C1	переменной емкости	1	
C2	0,01 мкФ	1	
C3, C4	680 пФ	2	
C5, C6	электролитический 20 мкФ	2	
GB1	Батарея гальваническая 9В	1	Крона
L1, L2	Катушка индуктивности	2	
	Резисторы		
R1	регулируемый 33 кОм	1	
R2	1МОм	1	
R3	3,3МОм	1	
S1	Выключатель	1	
VT1	Транзистор типа n-p-n	1	

Рис. 4.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10. Создайте лист чертежа, выберите формат листа А3, расположив его горизонтально, и установите привязки	
Нажмите кнопку  ***Менеджер библиотек*** на ***Стандартной панели***	
Щелком мыши на разделе библиотеки ***Электроника и электротехника*** откройте библиотеку ***Элементы электротехнических устройств***. До построения схемы просмотрите библиотеку элементов	
Щелчком мыши откройте нужный раздел библиотеки, например ***Элементы***, и выберите нужный элемент схемы. Зафиксируйте положение элемента в нужном месте чертежа. Для завершения работы с командой нажмите кнопку [*Esc*] Аналогичным образом выберите последовательно нужные элементы схемы. Для построения линий связи используйте команду  ***Ввод отрезка***	
Для маркировки элементов схемы используйте команду ввода текста	
Для создания таблицы перечня элементов нажмите на ***панели Обозначения*** кнопку  ***Ввод таблицы***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Щелкните мышью в свободном месте чертежа. В окне диалога задайте число столбцов – 4, число строк – 15 и нажмите кнопку ***ОК***. Для размещения таблицы на листе чертежа выделите ее и переместите в нужное место	
Установите в соответствии с требованиями стандарта нужную ширину столбцов и высоту строк Для этого активизируйте таблицу, выберите форматируемый столбец или строку и на вкладке ***Таблица Панели свойств*** нажмите кнопку  ***Формат ячейки***. В окне диалога в соответствующие поля введите ширину столбца и высоту строки. Нажмите кнопку ***ОК***	
Введите текстовую информацию. Для сохранения данных в таблице выполните команду ***Создать объект*** из контекстного меню или нажмите кнопку  ***Создать объект***	

Контрольные вопросы:

1. Каким образом подключаются библиотеки в системе КОМПАС?
2. Как выполняется выбор и вставка библиотечного фрагмента?
3. Каким образом выполняется редактирование библиотечного фрагмента?

Лабораторная работа № 5
Создание сборочных чертежей, рабочих чертежей деталей, спецификаций

Цель работы: Освоение приемов создания сборочных чертежей, рабочих чертежей деталей и спецификации

Задание 5.1. Создать рабочие чертежи деталей **Каток** и **Стакан**. Для создания рабочих чертежей деталей следует использовать образцы: деталь **Каток** (рис. 5.1), деталь **Стакан** (рис. 5.2).

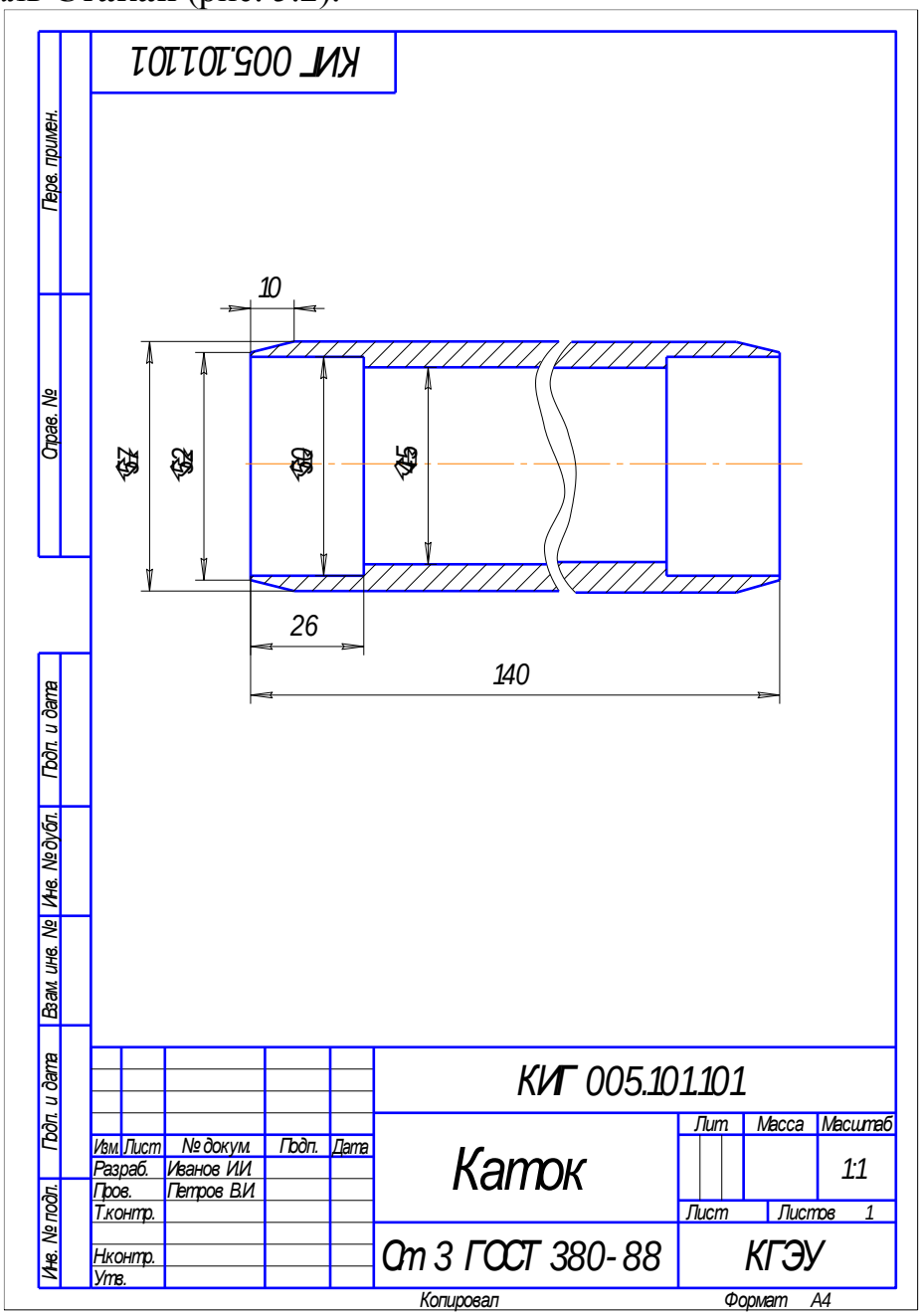


Рис. 5.1

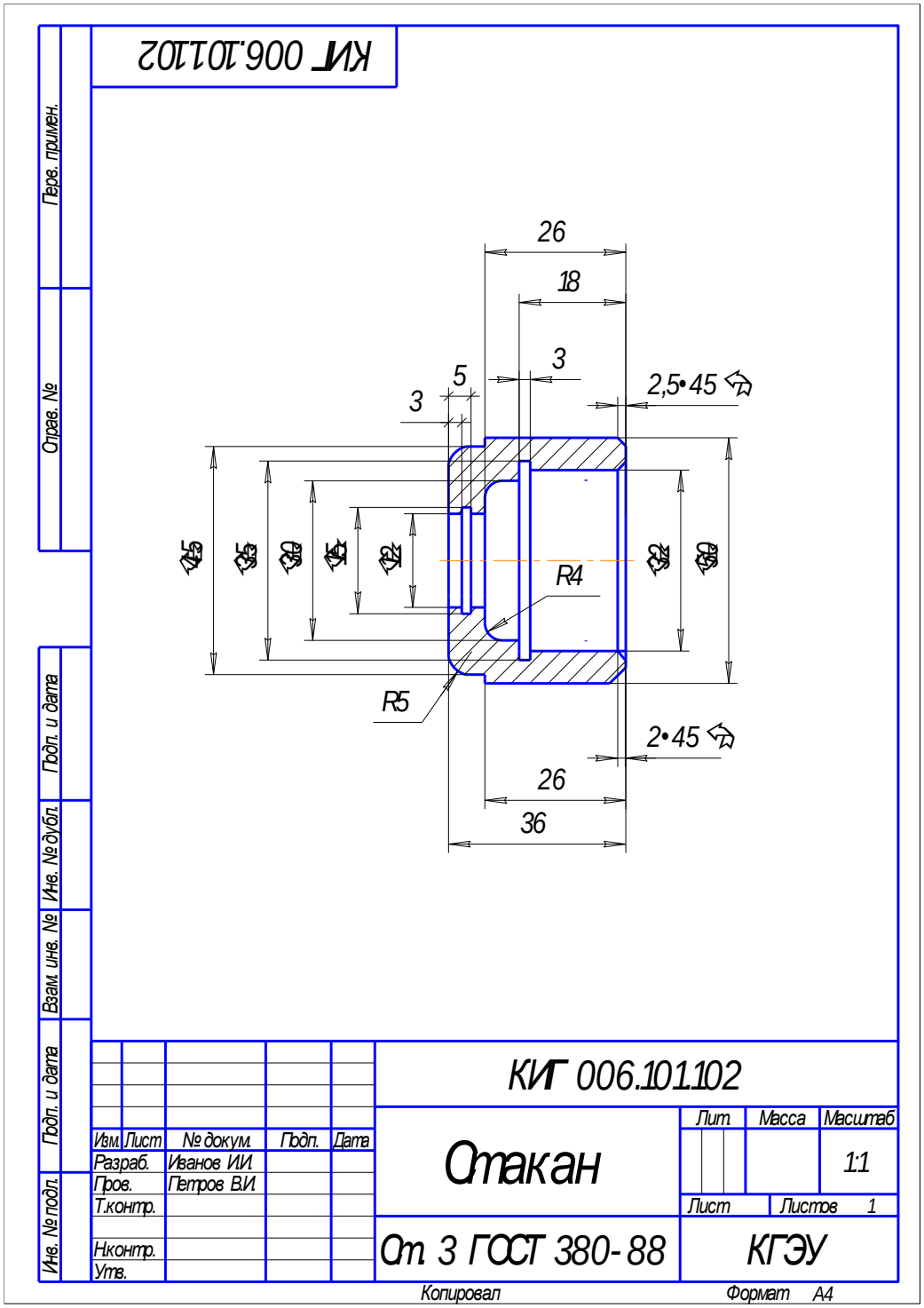
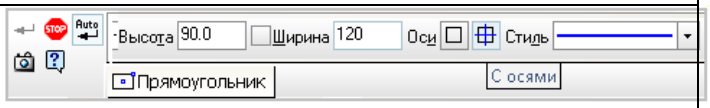
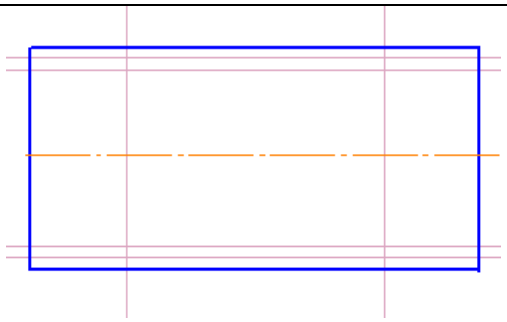
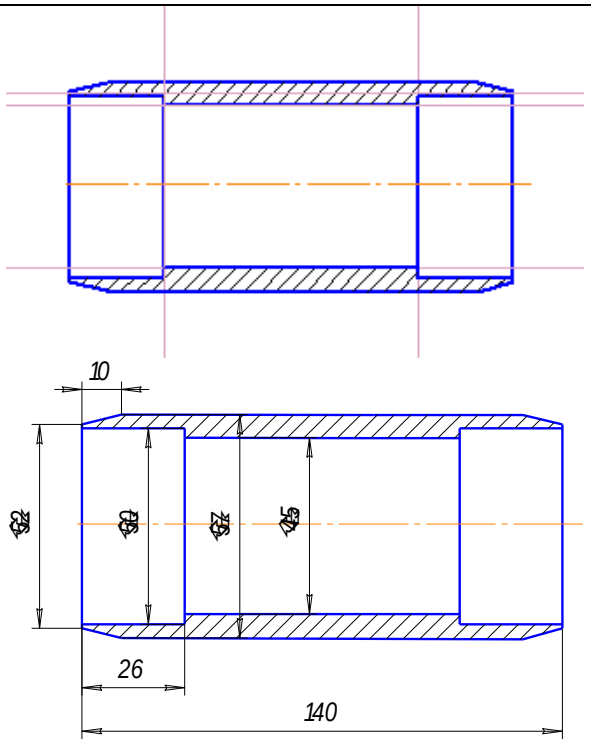
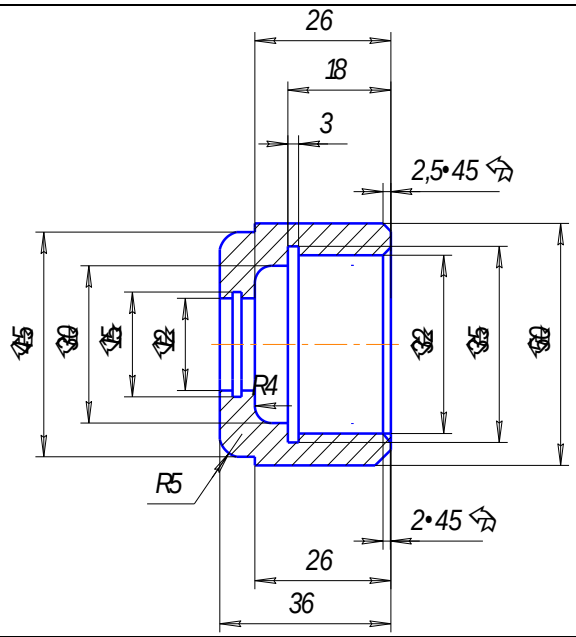

КИГ 006.101.102
26
18
3
5
3
2,5•45
R4
R5
2•45
26
36
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Иванов ИИ
Пров. Петров ВИ
Т.контр.
Нконтр.
Утв.
КИГ 006.101.102
Отакан
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов 1
От 3 ГОСТ 380-88
КГЭУ
Копировал
Формат А4

Рис. 5.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10. Из меню кнопки  ***Создать*** выберите пункт ***Чертеж***	
Выполните команду ***Параметры текущего чертежа...*** из контекстного меню. Убедитесь, что в окне диалога настройки параметры листа соответствуют формату А4, оформлению – ***Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ*** **2.104–68**. При необходимости переопределите эти настройки. Нажмите кнопку **ОК**	
Нажмите кнопку  ***Прямоугольник по центру и вершине***	
На ***Панели свойств*** в соответствующие поля введите значение высоты прямоугольника 57 и ширины 122. Система построит прямоугольник, щелчком мыши зафиксируйте его положение	
Нажмите кнопку  ***Параллельная прямая*** и создайте, согласно заданным размерам, контур вычерчиваемой детали. Нажмите кнопку  ***Ввод отрезка***. На ***Панели свойств*** выберите из списка стиль ***Осевая***, и обведите контур в соответствии с образцом. Проставьте все необходимые размеры и заполните основную надпись	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Нажмите кнопку  ***Сохранить*** на ***Стандартной панели*** В окне диалога раскройте свою папку и введите имя сохраняемого файла **Каток**	
Создайте чертеж детали ***Стакан***. Проставьте все необходимые размеры и заполните основную надпись. Нажмите кнопку  ***Сохранить*** на ***Стандартной панели***. В окне диалога раскройте свою папку и введите имя сохраняемого файла ***Стакан***	

Задание 5.2. Создать чертеж сборочной единицы **Ролик** проектированием "снизу вверх". Для создания чертежа сборочной единицы **Ролик** следует использовать образец (рис. 5.3).

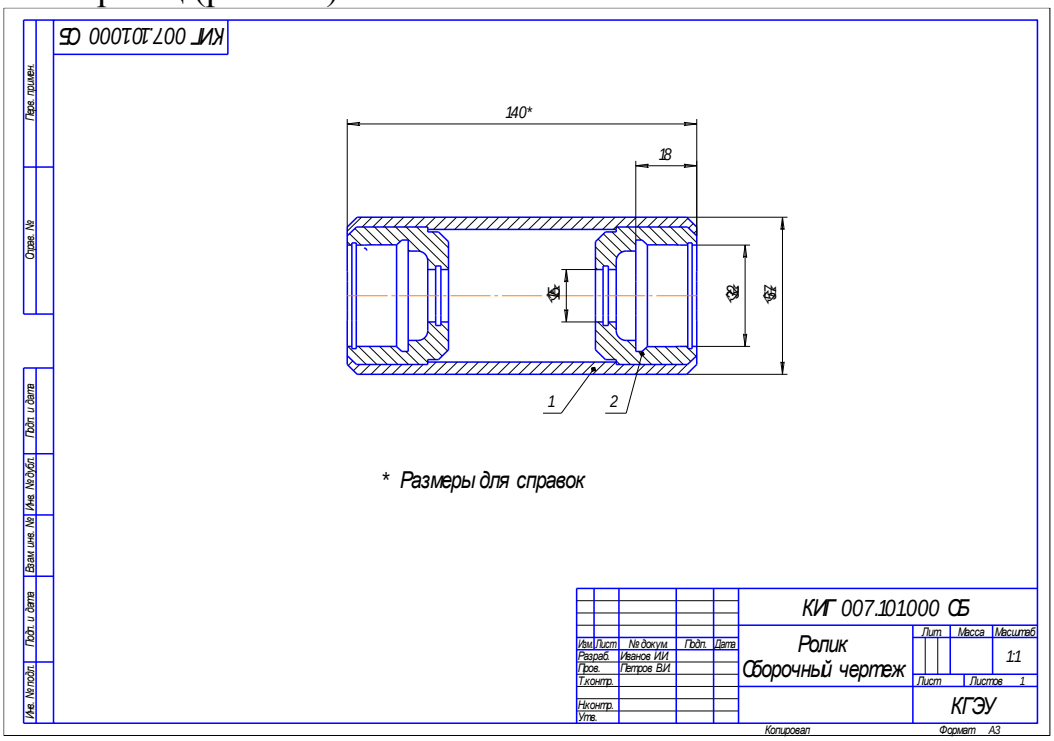


Рис. 5.3

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10. Из меню кнопки  ***Создать*** выберите пункт ***Чертеж***	
Выполните команду ***Параметры текущего чертежа...*** из контекстного меню. Установите параметры листа: формат А3; ориентация ***Горизонтальная***, оформление – ***Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104–68***. Нажмите кнопку ***ОК***	
Нажмите кнопку  ***Сохранить*** на ***Стандартной панели***. В окне диалога раскройте свою папку и введите имя сохраняемого файла ***Стакан***	

Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Нажмите кнопку  ***Открыть***. В окне диалога выберите имена файлов **Каток.cdw** и **Стакан.cdw**	
Выделите рамкой объекты копирования детали **Каток**	
Нажмите кнопку  ***Копировать*** на ***Стандартной панели***	
Укажите курсором базовую точку. Нажмите кнопку  ***Вставить*** на ***Стандартной панели*** для вставки скопированного изображения в чертеж создаваемой сборки. При необходимости удалите лишние объекты, попавшие в рамку	
Нажмите кнопку  ***Сохранить*** на ***Стандартной панели*** и сохраните файл чертежа под именем **Ролик**	
Аналогичным образом выполнить копирование изображений детали **Стакан**	
Отредактируйте полученное изображение сборочной единицы, проставьте необходимые размеры и заполните основную надпись на чертеже	
Сохраните чертеж в своей папке	

Задание 5.3. Создать спецификацию к чертежу **Опора роликовая**. Для выполнения задания следует использовать образец (рис. 5.4).

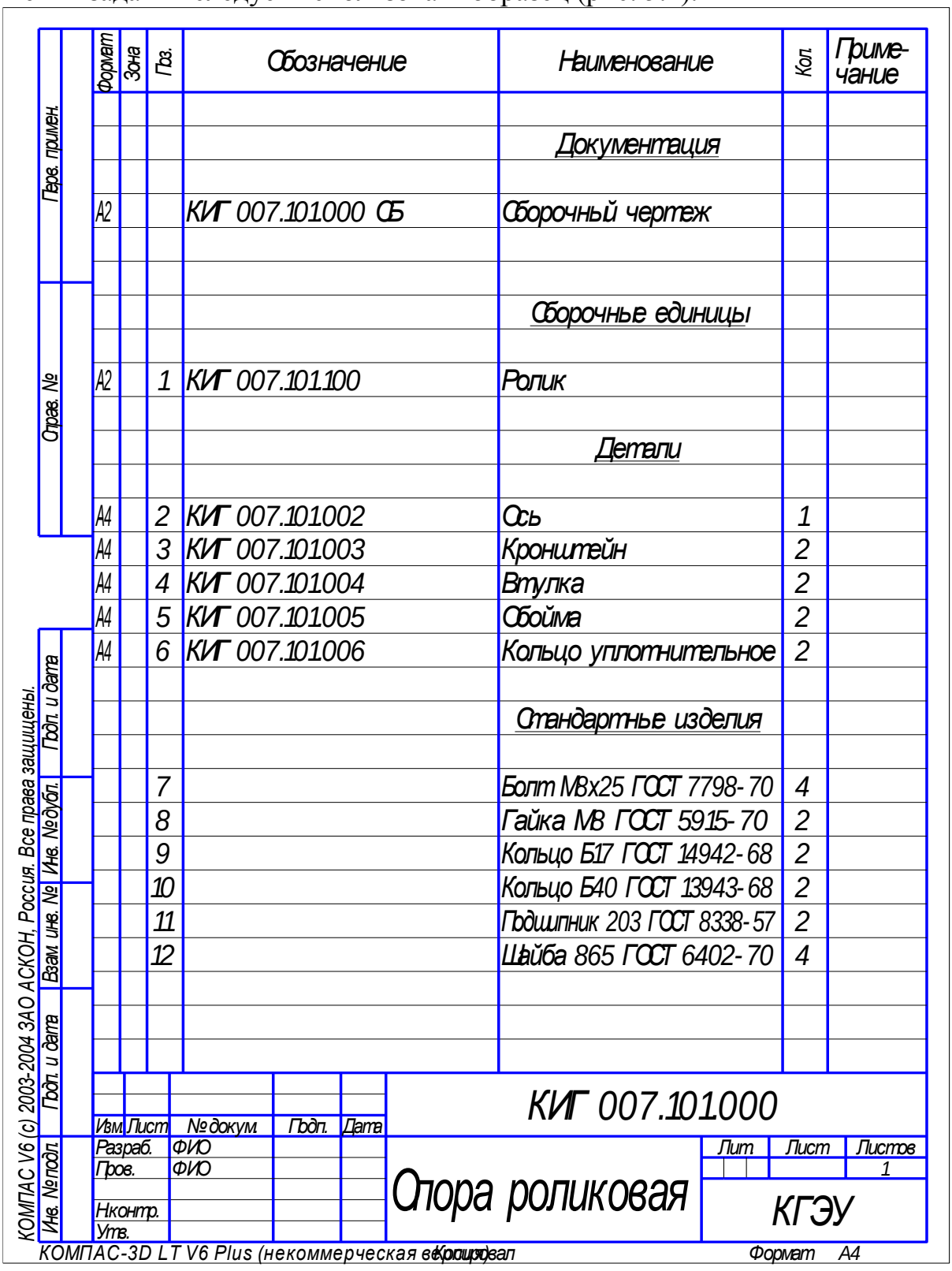


Рис. 5.4

Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Запустите КОМПАС–3D V10. Из меню кнопки  ***Создать*** выберите пункт ***Чертеж***	
Выполните команду ***Параметры текущего чертежа...*** из контекстного меню. Установите формат листа чертежа А4; оформление – ***Спецификация. Первый лист. ГОСТ*** **2.106–68**. Нажмите кнопку ***ОК***	
Двойным щелчком мыши активизируйте бланк спецификации	
Для заполнения граф спецификации щелчком мышью сделайте активной нужную ячейку и введите соответствующие данные	
Для сохранения данных нажмите кнопку  ***Создать объект*** или выполните одноименную команду из контекстного меню	
Для заполнения основной надписи спецификации двойным щелчком мыши активизируйте ее и введите нужные данные	
Для сохранения данных нажмите кнопку  ***Создать объект*** или выполните одноименную команду из контекстного меню	

Контрольные вопросы:

1. Какими способами формируются сборочные чертежи в КОМПАС–ГРАФИК?
2. Какие функции выполняет *Буфер обмена* при формировании сборочных чертежей или рабочих чертежей?
3. Каким образом формируется спецификация?
4. Как выполняется настройка бланка спецификации?
5. Каким образом может формироваться спецификация?

Лабораторная работа № 6
Создание 3D–моделей деталей

Цель работы: Освоение приемов трехмерного моделирования

Задание 6.1. Создать модель детали **Кронштейн.** Для построения модели следует использовать образец на рис. 6.1.

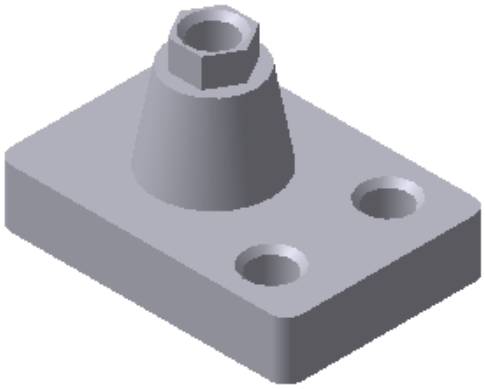
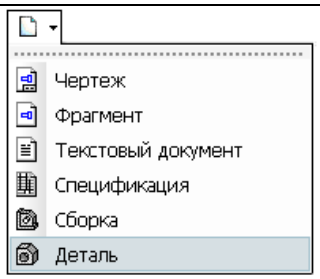
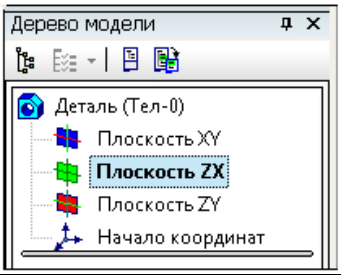
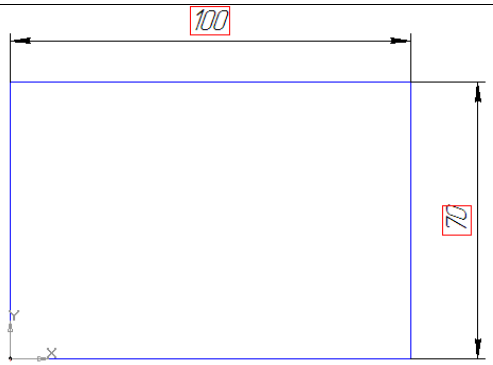
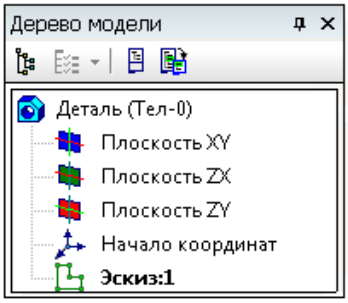
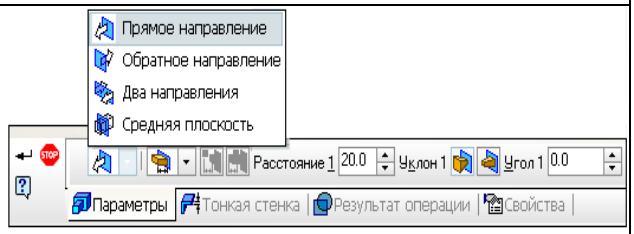
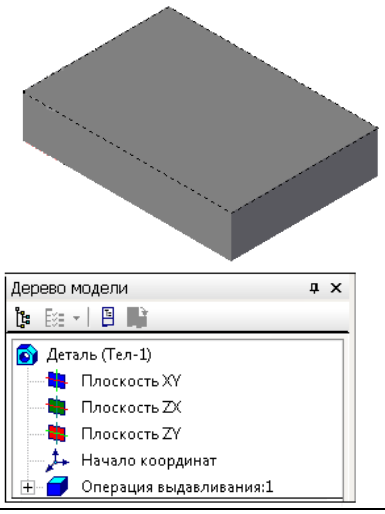
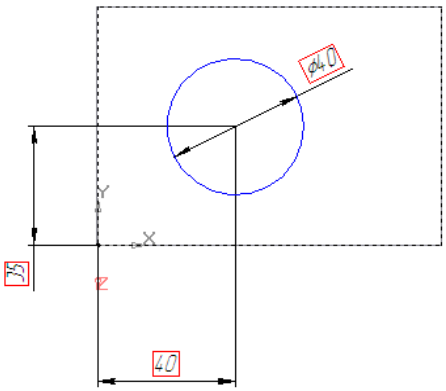
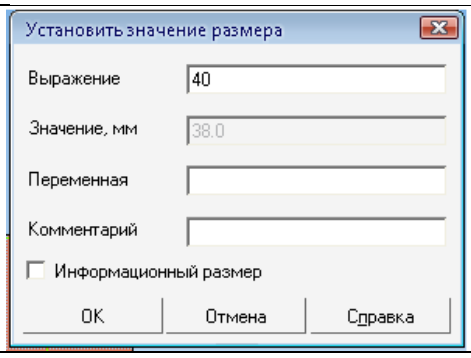
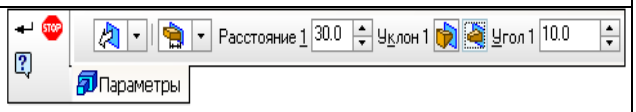
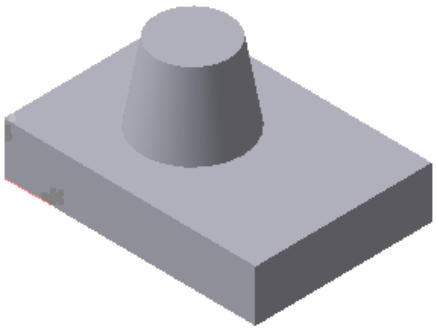


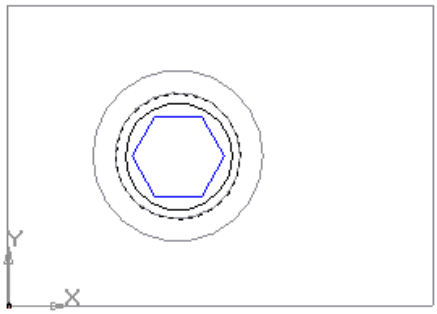
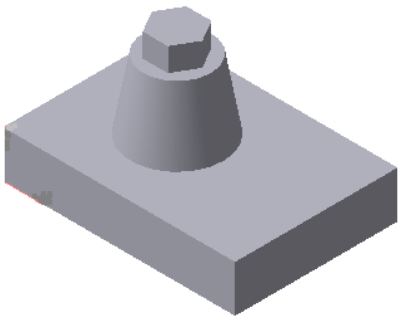
Рис. 6.1

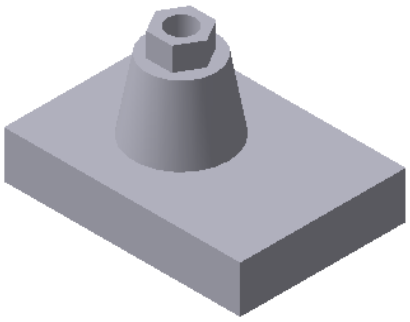
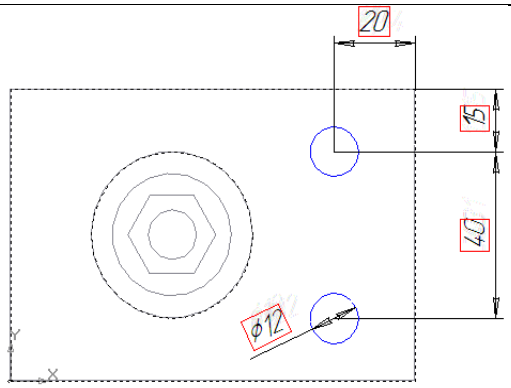
Требуемые действия и комментарии	**Иллюстрации**
Создание основания	
Запустите КОМПАС–3D V10	
Выберите из меню кнопки  ***Создать*** пункт  ***Деталь***	
В окне модели *в* ***Дереве построения*** щелчком мышью выберите проекционную плоскость. Для создания эскиза основания детали используйте ***Горизонтальную плоскость***	
Для перехода в режим построения эскиза нажмите кнопку  ***Эскиз*** на ***Панели текущее состояние***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Нажмите кнопку ***Прямоугольник по центру и вершине***	
Нажмите кнопку ***Эскиз*** для завершения построения эскиза. Пиктограмма эскиза с порядковым номером отобразится в **Дереве построения**	
Нажмите кнопку ***Операция выдавливания*** на ***панели Редактирование детали*** для создания основания детали в виде элемента выдавливания	
На вкладке ***Параметры*** на ***Панели свойств*** из списка ***Направление*** выберите опцию ***Прямое направление***. В поле ***Расстояние*** **1** введите значение 20, остальные параметры примите по умолчанию	
Нажмите кнопку ***Создать объект*** для построения элемента. Система построит модель основания детали. Пиктограмма основания детали отобразится в ***Дереве построения***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для наглядности при отображении модели можно использовать различные визуальные эффекты. Вызов нужной команды выполняется нажатием на ***Панели Вид*** следующих кнопок:  ***Каркас***,  ***Без невидимых линий***,  ***Невидимые линии тонкие***,  ***Полутоновое***,  ***Полутоновое с каркасом***,  ***Перспектива***	
Сохраните файл трехмерной модели под именем **Кронштейн**	
Добавление цилиндрической бобышки к основанию детали	
Бобышка является элементом выдавливания, приклеиваемого к основанию детали	
Для создания эскиза бобышки щелчком мышью выберите плоскую грань основания детали. Для перехода в режим построения эскиза нажмите кнопку  ***Эскиз***	
Нажмите кнопку  ***Окружность*** на ***панели Геометрия*** и постройте эскиз по заданным размерам	
Нажмите кнопку  ***Линейный размер*** на ***панели Размеры***. В окне диалога в поле ***Значение*** введите значение одного из размеров, определяющего положение эскиза, и нажмите кнопку ***ОК.*** Аналогичные действия повторяются для каждого из размеров	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для завершения построения эскиза нажмите кнопку  ***Эскиз***. Пиктограмма эскиза с порядковым номером отобразится в **Дереве построения**	
Нажмите кнопку  ***Приклеить выдавливанием*** на ***панели Редактирование детали***	
На вкладке ***Параметры Панели свойств*** из списка ***Направление*** выберите опцию  ***Прямое направление***. В поле ***Расстояние*** **1** введите значение 30. Для придания уклона включите опцию  ***Уклон внутрь***, в поле ***Угол*** **1** введите значение 10. Остальные параметры примите по умолчанию	
Для наглядности установите текущую ориентацию  **Изометрия XYZ**	
Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения элемента. Система построит модель бобышки, приклеенной к основанию детали. Пиктограмма приклеенного элемента отобразится в ***Дереве построения***	
Добавление гранного элемента к бобышке	
Для создания эскиза элемента используйте плоскую грань бобышки	
Перейдите в режим построения эскиза	
Нажмите кнопку  ***Ввод многоугольника*** на ***панели Геометрия***. Для построения эскиза на ***Панели свойств*** выберите из списка (или введите) значение количества вершин многоугольника, равное 6.	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Выберите способ построения многоугольника по вписанной окружности. В поле **Радиус** введите значение радиуса – 10	
Нажмите кнопку  ***Приклеить выдавливанием*** на ***панели Редактирование детали***	
На вкладке ***Параметры Панели свойств*** из списка ***Направление*** выберите опцию  ***Прямое направление***. В поле ***Расстояние*** **1** введите значение 10. В поле ***Угол*** исправьте значение на 0. Остальные параметры примите по умолчанию.	
Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения элемента. Система построит модель шестигранной призмы, приклеенной к бобышке. Пиктограмма приклеенного элемента отобразится в ***Дереве построения***	
Вырезание отверстий в бобышке и основании детали	
Для создания эскиза отверстия на грани усеченной пирамиды выберите ее плоскую грань	
Перейдите в режим построения эскиза	
Нажмите кнопку  ***Окружность*** на ***панели Геометрия*** и постройте эскиз по заданным размерам. Для построения окружности введите значение радиуса – 6. Завершите построение эскиза	
Нажмите кнопку  ***Вырезать выдавливанием***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
На вкладке ***Параметры Панели свойств*** из списка ***Направление*** выберите опцию  ***Прямое направление***. В поле ***Расстояние*** 1 введите значение 10, остальные параметры примите по умолчанию. Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения элемента. Система построит модель отверстия, вырезанного из пирамиды Пиктограмма приклеенного элемента отобразится в **Дереве построения**	
Для создания эскизов отверстий на основании детали выберите его плоскую грань Выполните построение эскиза по образцу	
Нажмите кнопку  ***Вырезать выдавливанием***	
На вкладке ***Параметры Панели свойств*** из списка ***Направление*** выберите опцию  ***Прямое направление вырезания. Из списка На расстояние*** выберите опцию  **Через все**. Остальные параметры примите по умолчанию. Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения отверстий	
Нажмите кнопку  **Фаска** на **панели Редактирование детали**. Выберите поочередно отверстия для снятия фасок. Установите построение фаски по значениям катета 2 и угла 45 °.	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения элемента фасок	
Нажмите кнопку  ***Скругление*** на **панели *Редактирование детали***. В поле ***Радиус*** введите значение радиуса скругления – ***5.*** Укажите поочередно ребра основания детали. Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для выполнения скругления	
Нажмите кнопку  ***Полутоновое*** для цветового отображения модели. Из контекстного меню выберите команду ***Цвет детали*** и переопределите ее цветовое оформлени	
Сохраните файл модели **Кронштейн**	

Задание 6.5. Создать модель детали **Втулка.**

Для построения модели следует использовать образец (рис. 6.11).

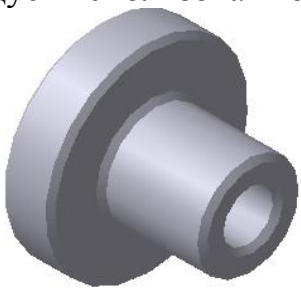
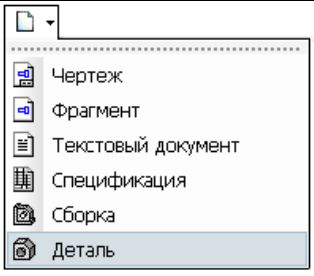
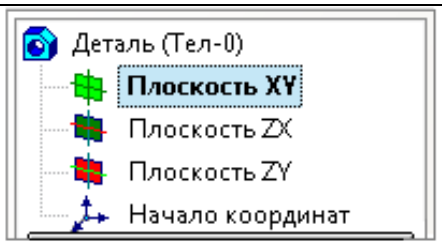
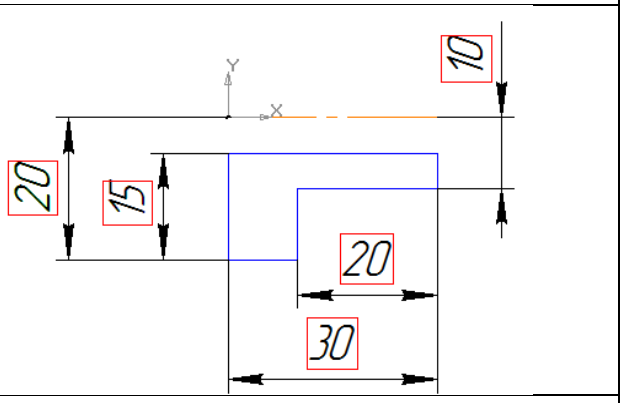
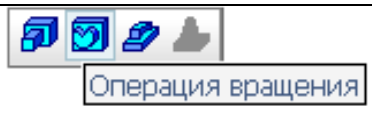
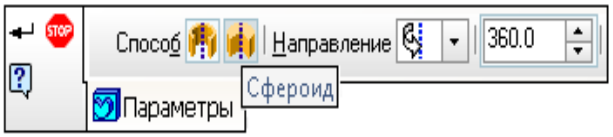


Рис. 6.11

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС–3D V10	
Выберите из меню кнопки  ***Создать*** пункт  ***Деталь***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
В окне модели в ***Дереве построения*** щелчком мышью выберите проекционную плоскость. Для создания эскиза используйте ***Фронтальную плоскость***	
Для перехода в режим построения эскиза нажмите кнопку ***Эскиз***	
Нажмите кнопку ***Ввод отрезка*** на ***панели Геометрия*** и выполните построение эскиза	
Нажмите кнопку ***Линейный размер*** на ***панели Размеры***. В окне диалога в поле ***Значение*** введите значение проставляемого размера и нажмите кнопку ***ОК***. Аналогичные действия повторяются для каждого из размеров	
Завершите построение эскиза. Пиктограмма эскиза с порядковым номером отобразится в ***Дереве построения***	
Нажмите кнопку ***Операция вращения*** на ***панели Редактирование детали***	
Нажмите кнопку ***Ориентация*** и выберите из списка текущую ориентацию ***Изометрия XYZ***. Это позволит сделать процесс построения наглядным	
На ***Панели свойств*** выберите тип элемента ***Сфероид***, без создания тонкой стенки, ***Прямое направление***	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
вращения, введите значение угла вращения 360°, остальные параметры примите по умолчанию	
Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения элемента. Пиктограмма детали отобразится в ***Дереве построения***	
Нажмите кнопку  ***Фаска*** на ***панели Редактирование детали***. Выберите поочередно грани для снятия фасок. Установите построение фаски по значениям катета 2.5 и угла 45 °	
Нажмите кнопку  ***Создать объект*** для построения фасок	

Контрольные вопросы:

1. Какие методы геометрического моделирования используются в современных САПР?
2. Какие геометрические модели известны и перечислите их отличительные признаки?
3. Как формируется твердотельная модель в системе КОМПАС?
4. Чем определяются правила построения эскиза?
5. Какими свойствами обладает трехмерная модель?

Лабораторная работа № 7
Создание ассоциативных чертежей

Цель работы: Формирование чертежей на основе трехмерной модели

Задание 7.1. Создать чертеж детали **Кронштейн** (рис. 7.1) на основе его трехмерной модели.

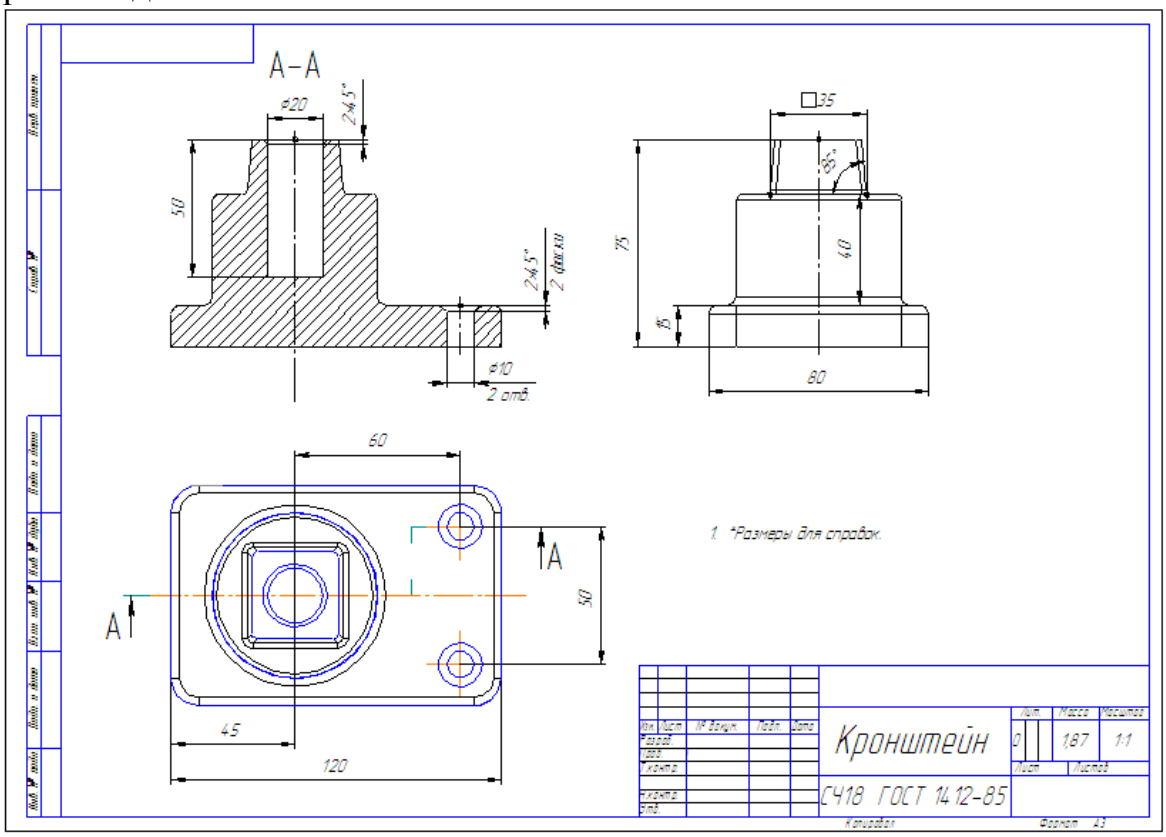
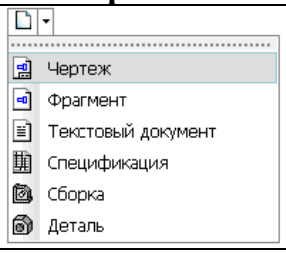
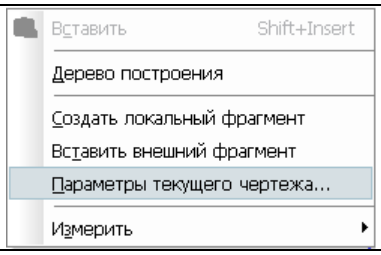
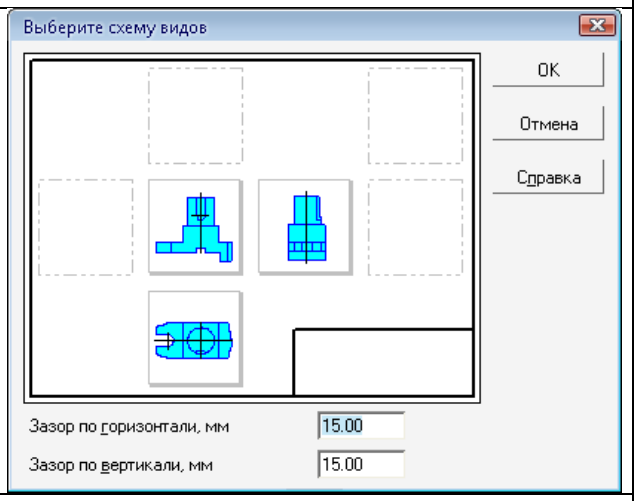


Рис. 7.1

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Создание рабочего чертежа детали Кронштейн с модели детали	
Запустите КОМПАС–3D V10. Из меню кнопки  ***Создать*** на ***Стандартной панели*** выберите пункт ***Чертеж***	

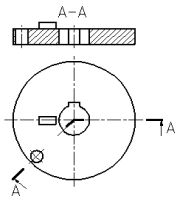
Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Рабочий чертеж детали выполняется на формате А3 горизонтальной ориентации. Для переопределения формата выберите из контекстного меню команду ***Параметры текущего чертежа…*** и выполните необходимые настройки чертежа	
Для создания ассоциативного чертежа выполните команду ***Вставка/Вид с модели/Стандартные...***. В окне диалога открыть файл ***Кронштейн.m3D*** и нажать кнопку ***ОК***	
На вкладке ***Параметры*** выполните команду ***Схема видов***. В окне диалога ***Выберите схему видов*** задайте вид спереди, сверху и слева, нажмите кнопку ***ОК***. Укажите положение точки привязки изображения – начала координат главного вида. В чертеж будут вставлены выбранные виды модели. В основную надпись чертежа будут вставлены обозначение, наименование, масса изделия	
Для выполнения разреза сделайте ...щим вид сверху. Нажмите кнопку  ***Линия разреза*** на ***панели Обозначение***. Укажите в окне чертежа обозначение секущей плоскости, постройте линию разреза и укажите направление взгляда. На экране появится фантом в виде габаритного прямоугольника. Укажите положение точки привязки изображения. Система создаст ступенчатый разрез	
Оформите чертеж: проставьте необходимые размеры, заполните основную надпись	

Контрольные вопросы:

1. Перечислите последовательность формирования ассоциативного чертежа на основе трехмерной модели?
2. Как выполняется разрез/сечение на ассоциативных чертежах?

III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

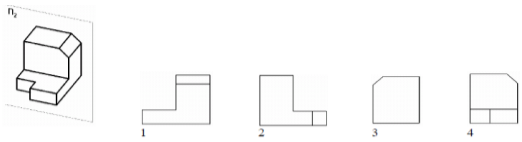
Вариант 1			
№ п/п	Содержание теста	Эталоны ответов	количество элементов P=25
1.	Вставьте пропущенные слова: Элемент чертежа, обрабатываемый системой как целое, а не как совокупность точек и объектов называется _____ _____.		
2.	Вставьте пропущенные слова: Запись М 1:2 означает _____ _____ .		
3.	Укажите последовательность действий, соответствующую правильному порядку работы с инструментом Обрезка: а) выделить линии, подлежащие обрезке; б) выделить линии, являющиеся границами; в) выбрать инструмент обрезки; г) нажать Enter или ПКМ.		
4.	Какой вид разреза показан на рисунке? 		
5.	Укажите названия команд: а) -_____; б) _____; в) - _____, г) _____, д) - _____		

6.	Вставьте пропущенные слова: Окно, куда вводят команды, и где отображаются подсказки, называется _____ _____ .		
7.	Вставьте пропущенные слова. AutoCAD сохраняет созданные чертежи с расширением _____, а шаблоны чертежа с _____.		
8.	Вставьте пропущенные слова: Текстовые фрагменты в блоке называются _____. При вставке блока эти строки можно _____.		
9.	Установить соответствие между обозначением формата и его размерами: 1. А4 1. 297 х 420 2. А3 2. 594 х 841 3. А1 3. 210 х 297		
10.	Вставьте пропущенные слова: Размер, представляющий собой последовательность связанных друг с другом размеров, называется _____ _____.		

Вариант 2

№ п/п	Содержание теста	Эталоны ответов	количество элементов P= 25
1.	Вставьте пропущенные слова: Изображение, полученное при мысленном рассечении одной или несколькими _____, и показывающее то, что находится в секущей плоскости, называют _____.		
2.	Данный знак служит обозначением _____ поверхности, при образовании которой обязательно удаление слоя материала.		
3.	Допишите стандартные коды для: символа градуса - %%___; символа диаметра - %%___; знака «плюс или минус» - %%___ .		

4.	Укажите последовательность действий, соответствующую правильному порядку работы с инструментом Сопряжение: а) задать значение радиуса; б) в командной строке, выбрать команду раД; в) указать сопрягаемые линии; г) выбрать инструмент;		
5.	Какой вид линии применяется для изображения невидимого контура?		
6.	Впишите недостающие слова. Простое зажатие _____ мыши позволяет применить _____, курсор превращается в руку и можно свободно перемещать модель в рабочем пространстве.		
7.	1. Установите соответствие между режимами объектной привязки в программе AutoCAD и значками, которые их обозначают. А) пересечение, Б) конец отрезка, В) касательная, Г) середина отрезка, Д) центр окружности 1 –  ; 2 –  3 – ; 4 –  ; 5- 		
8.	Вставьте пропущенные слова. В трехмерном моделировании компьютерные модели условно делятся на _____, _____, _____.		
9.	Вставьте пропущенные слова. Наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз, называется _____ _____ .		
10.	Допишите предложение. Для вычерчивания горизонтальных и _____ прямых в программе AutoCAD необходимо включить режим _____ .		

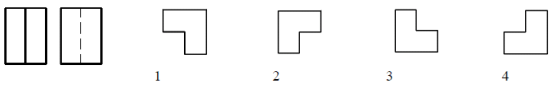
Комплект 2			
Вариант 1			
№ п/п	Содержание теста	Эталоны ответов	количество элементов P=25
1.	Вставьте пропущенные слова: Текстовые фрагменты в блоке называются _____. При вставке блока эти строки можно _____.		
2.	Укажите последовательность действий, соответствующую правильному порядку работы с инструментом Обрезка: а) выделить линии, подлежащие обрезке; б) выделить линии, являющиеся границами; в) выбрать инструмент обрезки; г) нажать Enter или ПКМ.		
3.	Допишите стандартные коды для: символа градуса - %% d символа диаметра - %%___ знака «плюс или минус» - %%___		
4.	1. Установите соответствие между режимами объектной привязки в программе AutoCAD и значками, которые их обозначают. А) пересечение, Б) конец отрезка, В) касательная, Г) середина отрезка, Д) центр окружности 1 – ; 2 –  3 – ; 4 –  ; 5- 		
5.	Вставьте пропущенные слова. Примитивы в системе AutoCAD делятся на _____ и _____ .		
6.	Укажите главный вид детали: 		
7.	Допишите предложение. В обозначении резьбы М20×1,5 элемент 1,5 означает _____ _____ .		

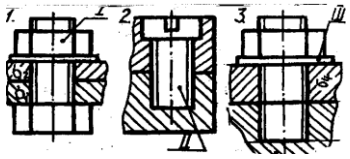
8.	Впишите недостающие слова. Простое зажатие _____ мыши позволяет применить _____, курсор превращается в руку и можно свободно перемещать модель в рабочем пространстве.		
9.	Вставьте пропущенные слова: Штрихпунктирной тонкой линией выполняют _____ и _____ линии.		
10.	Вставьте недостающие в предложении слова. Для включения режима 3D моделирования необходимо в нижнем _____ углу рабочего пространства нажать инструмент_____ и поставить ____ 3D моделирование.		

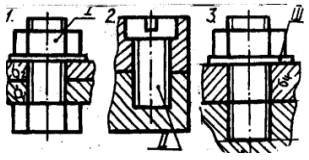
Комплект 2

Вариант 2

№ п/п	Содержание теста	Эталоны ответов	количество элементов Р=25
1	Вставьте пропущенные слова. Наглядное изображение, выполненное по правилам аксонометрических проекций от руки, на глаз, называется _____ _____ .		
2	Установить соответствие между обозначением формата и его размерами: 1. А4 1. 297 х 420 2. А3 2. 594 х 841 3. А1 3. 210 х 297		
3	Укажите последовательность действий, соответствующую правильному порядку работы с инструментом Сопряжение: а) задать значение радиуса; б) в командной строке, выбрать команду раД; в) указать сопрягаемые линии; г) выбрать инструмент;		

4	Назовите команды редактирования: а)  - _____; б)  _____; в)  -_____, г) ·  _____, д)  -_____		
5	Вставьте пропущенные слова: Окно, куда вводят команды, и где отображаются подсказки, называется _____ _____ .		
6	Вставьте пропущенные слова: В AutoCAD можно создавать копии объектов через равные интервалы в _____ или _____ массиве.		
7	Укажите вид детали сверху, если даны два вида: главный и слева.  1 2 3 4		
8	Допишите предложение. Для вычерчивания прямых горизонтальных и _____ в программе AutoCAD необходимо включить режим _____ .		
9	Вставьте пропущенные слова: Данная панель инструментов служит для – 		
10	Допишите предложение. В обозначении резьбы М20×1,5 элемент М означает _____, а элемент 20 _____ резьбы.		

Комплект 3			
Вариант 1			
№ п/п	Содержание теста	Эталоны ответов	количество элементов Р=25
1.	Вставьте пропущенные слова: Элемент чертежа, обрабатываемый системой как целое, а не как совокупность точек и объектов называется _____ _____.		
2.	Указать рисунок, на котором изображено соединение винтом 		
3.	Допишите предложение. В обозначении резьбы М20×1,5 элемент М означает _____, а элемент 20 _____ резьбы.		
4.	Укажите названия команд: а) - _____; б) _____; в) - _____, г _____, д) - _____		
5.	Вставьте пропущенные слова. _____ _____ расположена в нижней части Рабочего стола, содержит текущие координаты курсора и кнопки включения/выключения режимов черчения.		
6.	Укажите последовательность действий, соответствующую правильному порядку работы с инструментом Сопряжение: а) задать значение радиуса; б) в командной строке, выбрать команду раД; в) указать сопрягаемые линии; г) выбрать инструмент		

7.	Вставьте пропущенные слова: В AutoCAD можно создавать копии объектов через равные интервалы в _____ или _____ массиве.		
8.	Вставьте пропущенные слова: Запись М 2:1 означает _____ _____.		
9.	Вставьте пропущенные слова: Штрихпунктирной тонкой линией выполняют _____ и _____ линии.		
10. 1	Вставьте пропущенные слова. В трехмерном моделировании компьютерные модели условно делятся на _____, _____, _____.		
Комплект 3			
Вариант 2			
№ п/п	Содержание теста	Эталоны ответов	количество элементов Р=25
1.	Вставьте пропущенные слова. На разрезах и _____ штриховка наносится под углом _____ .		
2.	Указать рисунок, на котором изображено соединение: а) болтовое; б) шпилечное 		
3.	Допишите предложение. В обозначении резьбы М20×1,5 элемент 1,5 означает _____ _____ .		

4.	1. Установите соответствие между режимами объектной привязки в программе AutoCAD и значками, которые их обозначают. А) пересечение, Б) конец отрезка, В) касательная, Г) середина отрезка, Д) центр окружности: 1 – ; 2 –  3 – ; 4 –  5- 		
5.	Вставьте пропущенные слова: Программа AutoCAD устанавливает текущий слой _____ _____ цвета.		
6.	Укажите последовательность действий, соответствующую правильному порядку работы с инструментом Обрезка: а) выделить линии, подлежащие обрезке; б) выделить линии, являющиеся границами; в) выбрать инструмент обрезки; г) нажать Enter или ПКМ.		
7.	Вставьте пропущенные слова: Данная панель инструментов служит для – 		
8.	Установить соответствие между обозначением формата и его размерами: 1. А4 1. 297 х 420 2. А3 2. 594 х 841 3. А1 3. 210 х 297		
9.	Вставьте пропущенные слова. В системах _____ моделирования способ формирования объемного элемента методом _____ заключается в перемещении в пространстве плоской образующей вокруг заданной прямолинейной оси.		
10.	Какой вид линии применяется для изображения невидимого контура?		

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные понятия растровой графики.
2. Основные понятия векторной графики
3. Достоинства и недостатки разных способов представления изображений.
4. Параметры растровых изображений.
5. Разрешение.
6. Глубина цвета.
7. Тоновый диапазон.
8. Классификация современного программного обеспечения обработки графики.
9. Форматы графических файлов.
10. Восприятие человеком светового потока.
11. Цвет и свет.
12. Ахроматические, хроматические, монохроматические цвета.
13. Кривые реакция глаза.
14. Характеристики цвета.
15. Светлота, насыщенность, тон.
16. Цветовые модели, цветовые пространства.
17. Аддитивные и субтрактивные цветовые модели.
18. Основные цветовые модели: RGB, CMY.
19. Основные цветовые модели: CMYK, HSV
20. Системы управления цветом.
21. Историческая справка понятия фрактал.
22. Классификация фракталов.
23. Геометрические фракталы.
24. Кривая Коха.
25. Снежинка Коха.
26. Дракон Хартера-хейтуэя.
27. Использование L-систем для построения «дракона».
28. Ковер и треугольник Серпинского.
29. Алгебраические фракталы.
30. Построение множества Мандельброта.
31. Построение множества Жюлиа.
32. Стохастические фракталы.
33. Системы итерируемых функций для построения фракталов.
34. Сжатие изображений с использованием системы итерируемых функций.
35. Графический редактор векторной графики. Работа с объектами.
36. Графический редактор векторной графики. Построение объектов на основе простых примитивов.

37. Графический редактор векторной графики. Построение объектов на основе сплайнов.

38. Графический редактор растровой графики. Построение объектов способом полигонального моделирования.

39. Графический редактор растровой графики. Оптимизация сцены.

40. Графический редактор растровой графики. Рендеринг сцены.

41. Устройства ввода. Сканеры, дигитайзеры/графические планшеты. Цифровые фото и видеокамеры.

42. Устройства вывода (мониторы, принтеры, плоттеры, цифровые проекторы).

43. Устройства обработки (графические ускорители).

IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боресков, А. В. Основы компьютерной графики : учебник и практикум для вузов / А, В. Боресков, Е. В. Шикин. – М. : Юрайт, 2024. – 219 с.

2. Вильяр, О. Изучаем Blender. Практическое руководство по созданию анимированных 3D-персонажей / О. Вильяр ; пер. с англ. М. А. Райтмана. – М. : Бомбора, 2023. – 464 с.

3. Герасименко, А. С. Моделирование в AutoCad 2021: двухмерные и трехмерные построения / А. С. Герасименко. – М. : ДМК Пресс, 2021. – 705 с.

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями : учеб. пособие для академического бакалавриата / В. П. Большаков, А. В. Чагина. – 2- е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 167 с.

5. Боресков, А. В. Компьютерная графика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. – М. : Юрайт, 2017. – 219 с.