

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В КОМПАС3D

Курс лекций

ВВЕДЕНИЕ

Графика (греч. γραφικός – письменный, от греч. γραφω – пишу) – вид изобразительного искусства, использующий в качестве основных изобразительных средств линии, штрихи, пятна и точки. (Цвет также может применяться, но, в отличие от живописи, здесь он традиционно играет вспомогательную роль. В современной графике цвет может быть не менее важен, чем в живописи). При работе в технике графики обычно используют не больше одного цвета (кроме основного черного), в редких случаях – два. Кроме контурной линии, в графическом искусстве широко используются штрих и пятно, также контрастирующие с белой (а в иных случаях также цветной, черной, или реже – фактурной) поверхностью бумаги – главной основой для графических работ. Сочетанием тех же средств могут создаваться тональные нюансы. Наиболее общий отличительный признак графики – особое отношение изображаемого предмета к пространству, роль которого в значительной мере выполняет фон бумаги (по выражению советского мастера графики В. А. Фаворского, – «воздух белого ли ста»). В графике, в частности, в гравюрах, может использоваться большое число цветов (при создании некоторых гравюр может использоваться более десятка печатных форм, каждая из которых «добавляет» свой цвет) (ru.wikipedia.org).

Компьютерная графика (также машинная

графика) – область деятельности, в которой компьютеры используются в качестве инструмента, как для синтеза (создания) изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира (ru.wikipedia.org).

В жизни любого современного человека информация играет огромную роль, даже поверхностный анализ человеческой деятельности позволяет с полной уверенностью утверждать: наиболее эффективным и удобным для восприятия видом информации была, есть и в обозримом будущем будет информация графическая. Любые объемы информации человек лучше усваивает, когда она поступает через зрение. Поэтому доля графических данных в профессиональной деятельности любого рода неуклонно растет. Следовательно, требуются средства для работы с изображениями, и специалисты, умеющие грамотно работать с этими средствами. Это – люди в различных научных и прикладных областях, художники, конструкторы, специалисты по компьютерной верстке, дизайнеры, разработчики рекламной продукции, создатели Web страниц, авторы мультимедиапрезентаций, медики, модельеры тканей и одежды, фотографы, специалисты в области теле и видеомонтажа и др. Под «компьютерным художником» можно понимать любого, кто занимается созданием или редактированием изображений с помощью ЭВМ.

Цель и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование комплекса устойчивых знаний для изложения технических идей с помощью чертежа созданного электронным способом, умений и навыков, определяющих графическую подготовку, необходимых и достаточных для осуществления всех видов профессиональной деятельности, предусмотренной образовательным стандартом, формирование основ инженерного интеллекта будущего специалиста на базе развития пространственного и логического мышления. Уметь использовать чертеж и техническую документацию в любой ее форме, а также технический рисунок для графического представления информации.

Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление студентов с теоретическими основами изображения пространственных объектов на плоскости и основами построения чертежей;
- формирование умения представлять всевозможные сочетания геометрических форм в пространстве;
- обеспечение усвоения студентами основных понятий, методов выполнения чертежей средствами компьютерной графики;
- создать целостную картину существующих методов компьютерной графики;
- формирование умения излагать проектный

замысел с помощью чертежей и технического рисунка;

- формирование навыков составления, оформления и чтения чертежей;

- привитие навыков современных видов технического мышления, развитие мышления, способности и умения использования компьютерной графики в теории и практике обработки информации.

«Инженерная и компьютерная графика» относится к специальным дисциплинам, изучение которой способствует формированию у студента инженерного образа мышления, способности к системному анализу сложных систем, приобретению навыков по принятию решений и выбору наиболее эффективного программноаппаратного варианта реализации в создании новых моделей.

В результате изучения дисциплины студенты узнают:

- проектную документацию, правила оформления чертежей, изображения, надписи и обозначения,

- аксонометрические проекции деталей, изображение и обозначения элементов деталей, рабочие чертежи и эскизы деталей;

- возможности использования инженерной графики при создании садово-парковых объектов;

- возможности компьютерной графики: геометрическое моделирование, графические объекты, примитивы и их атрибуты, применение интерактивных графических систем для выполнения и редактирования изображений и чертежей.

Обучающиеся смогут:

- использовать инженерную и компьютерную графику для создания проектов в декоративном и промышленном садоводстве;
- управлять масштабом изображения и сдвигать изображение в окне документа;
- работать с документами КОМПАС3D;
- задавать параметры объектов, использовать приемы точного черчения в КОМПАС3D;
- проставлять линейные, угловые, радиальные размеры и наносить штриховку, строить фаски и скругления;
- использовать и управлять видами, работать с текстом в документах КОМПАС3D;
- создавать и оформлять рабочий чертеж, сборочные чертежи и чертежи детализовок.

А также освоят навыки:

- решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- исследования геометрических свойств фигур и тел по заданным изображениям;
- выполнения и составления чертежей, чтения графической информации, основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации,
- работы с компьютером как средством управления информацией.

1 ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

1.1 История компьютерной графики

Компьютерная графика в начальный период своего возникновения была далеко не столь эффективной, какой она стала в настоящие дни. В те годы компьютеры находились на ранней стадии развития, и были способны воспроизводить только самые простые контуры (линии). Идея компьютерной графики не сразу была подхвачена, но ее возможности быстро росли, и постепенно она стала занимать одну из важнейших позиций в информационных технологиях.

Первой официально признанной попыткой использования дисплея для вывода изображения из ЭВМ явилось создание в Массачусетском технологическом университете машины WhirlwindI в 1950 г. Таким образом, возникновение компьютерной графики можно отнести к 1950м гг. Сам же термин «компьютерная графика» придумал в 1960 г.

сотрудник компании Boeing У. Феттер.

Первое реальное применение компьютерной графики связывают с именем Дж. Уитни. Он занимался кинопроизводством в 50–60х гг. и впервые использовал компьютер для создания титров к кинофильму.

Следующим шагом в своем развитии

компьютерная графика обязана Айвэну Сазерленду, который в 1961 г., еще, будучи студентом, создал программу рисования, названную им Sketchpad (альбом для рисования). Программа использовала световое перо для рисования простейших фигур на экране. Полученные картинки можно было сохранять, и восстанавливать. В этой программе был расширен круг основных графических примитивов, в частности, помимо линий и точек был введен прямоугольник, который задавался своими размерами и расположением.

Первоначально компьютерная графика была векторной, т. е. изображение формировалось из тонких линий. Эта особенность была связана с технической реализацией компьютерных дисплеев. В дальнейшем более широкое применение получила растровая графика, основанная на представлении изображения на экране в виде матрицы однородных элементов (пикселей).

В том же 1961 г. студент Стив Рассел создал первую компьютерную видеоигру Spacewar («Звездная война»), а научный сотрудник BellLabs Эдвард Зэджек создал анимацию «Simulation of a two-gyrogravity control system».

В связи с успехами в области компьютерной графики крупные корпорации начали проявлять к ней интерес, что в свою очередь стимулировало прогресс в области ее технической поддержки.

Университет штата Юта становится центром исследований в области компьютерной графики

благодаря Д. Эвансу и А. Сазерленду, которые в это время были самыми заметными фигурами в этой области. Позднее их круг стал быстро расширяться. Учеником Сазерленда стал Э. Кэтмул, будущий создатель алгоритма удаления невидимых поверхностей с использованием Zбуфера (1978). Здесь же работали Дж. Вар нок, автор алгоритма удаления невидимых граней на основе разбиения области (1969) и основатель Adobe System (1982), Дж. Кларк, будущий основатель компании Silicon Graphics (1982). Все эти исследователи очень сильно продвинули алгоритмическую сторону компьютерной графики.

В том же 1971 г. Гольдштейн и Нагель впервые реализовали метод трассировки лучей с использованием логических операций для формирования трехмерных изображений.

В 1970е гг. произошел резкий скачок в развитии вычислительной техники благодаря изобретению микропроцессора, в результате чего началась миниатюризация компьютеров и быстрый рост их производительности. И в это же время начинает интенсивно развиваться индустрия компьютерных игр. Одновременно компьютерная графика начинает широко использоваться на телевидении и в киноиндустрии. Дж. Лукас создает отделение компьютерной графики на Lucasfilm.

В 1977 г. появляется новый журнал «Computer Graphics World».

В середине 1970х гг. графика продолжает

развиваться в сторону все большей реалистичности изображений. Э. Кэтмул в 1974 г. создает первые алгоритмы текстурирования криволинейных поверхностей. В 1975 г. появляется метод закрашивания Фонга. В 1977 г. Дж. Блин предлагает алгоритмы реалистического изображения шероховатых поверхностей (микрорельефов); Ф. Кроу разрабатывает методы устранения ступенчатого эффекта при изображении контуров (антиэлайзинг). Дж. Брезенхем создает эффективные алгоритмы построения растровых образов отрезков, окружностей и эллипсов. Уровень развития вычислительной техники к этому времени уже позволил использовать «жадные» алгоритмы, требующие больших объемов памяти, и в 1978 г. Кэтмул предлагает метод Zбуфера, в котором используется область памяти для хранения информации о «глубине» каждого пикселя экранного изображения. В этом же году Сайрус и Бэк развивают алгоритмы клиппирования (отсечения) линий. А в 1979 г. Кэй и Гринберг впервые реализуют изображение полупрозрачной поверхности.

В 1980 г. Т. Уиттед разрабатывает общие принципы трассировки лучей, включающие отражение, преломление, затенение и методы антиэлайзинга. В 1984 г. группой исследователей (Горэл, Торрэнс, Гринберг и др.) была предложена модель излучательности, одновременно развиваются методы прямоугольного клиппирования областей.

В 1980е гг. появляется целый ряд компаний,

занимающихся прикладными разработками в области компьютерной графики. В 1982 г. Дж. Кларк создает Silicon Graphics, тогда же возникает Ray Tracing Corporation, Adobe System, в 1986 г. компания Pixar отпочковывается от Lukasfilm.

В эти годы компьютерная графика уже прочно внедряется в киноиндустрию, развиваются приложения к инженерным дисциплинам. В 1990е гг. в связи с возникновением сети Internet у компьютерной графики появляется еще одна сфера приложения.

Следует отметить, что приоритет в развитии данного направления в информационных технологиях достаточно прочно удерживают американские исследователи. Но и в отечественной науке тоже были свои разработки, среди которых можно назвать ряд технических реализаций дисплеев, выполненных в разные годы:

- 1968, ВЦ АН СССР, машина БЭСМ6 – первый отечественный растровый дисплей с видеопамятью на магнитном барабане;
- 1972, Институт автоматики и электрометрии (ИАиЭ), векторный дисплей «Символ»;
- 1973, ИАиЭ, векторный дисплей «Дельта»;
- 1977, ИАиЭ, векторный дисплей ЭПГ400;
- 1982, Киев, НИИ периферийного оборудования, векторный дисплей СМ7316, 4096 символов, разрешение 2048×2048;
- Институт прикладной физики, серия растровых цветных полутоновых дисплеев «Гамма». Последние

дисплеи данной серии имели таблицу цветности, поддерживали окна, плавное масштабирование.

Таким образом, в процессе развития компьютерной графики можно выделить несколько этапов.

В те годы она формировалась как научная дисциплина. В это время разрабатывались основные методы и алгоритмы: отсечение, растровая развертка графических примитивов, закраска узорами, реалистическое изображение пространственных сцен (удаление невидимых линий и граней, трассировка лучей, излучающие поверхности), моделирование освещенности.

В 1980е графика развивается более как прикладная дисциплина. Разрабатываются методы ее применения в самых различных областях человеческой деятельности.

В 1990е годы методы компьютерной графики становятся основным средством организации диалога «человек компьютер» и остаются таковыми по настоящее время.

Развитие компьютерной графики, особенно на ее начальных этапах, в первую очередь связано и с развитием технических средств и в особенности дисплеев:

- произвольное сканирование луча;
- растровое сканирование луча;
- запоминающие трубки;
- плазменная панель;
- жидкокристаллические индикаторы;

- электролюминесцентные индикаторы;
- дисплеи с эмиссией полем.

1.2 Роль компьютерной графики в проектировании рабочих чертежей

На современном этапе информатизации общества роль компьютерной графики и графических информационных технологий значительно возрастает.

Сегодня компьютерная графика – это:

- инструмент познания мира с помощью изображений и геометрических моделей;
- средство представления и хранения знаний о мире в визуальной форме;
- область деятельности, связанная с представлением, синтезом и передачей визуальной информации.

В математике и физике сегодня происходит становление ведущей тенденции – геометризации. В современном естествознании и технике сегодня не обойтись без визуализации объектов, процессов, состояний (научной визуализации). Основным стилем общения между человеком и компьютером сегодня становится графический стиль (интерфейс, виртуальная реальность, компьютерный дизайн и т. д.). Но наиболее характерно использование компьютерной графики в технике, поскольку общеизвестно, что «графика – язык техники» и чертеж является одним из главных носителей технической информации, без которой не обходится,

ни одно из производств.

В производстве сегодня наиболее эффективным из всех известных направлений работ, обеспечивающих главный производственный эффект, является автоматизированное проектирование, осуществляемое на базе современной вычислительной техники. Сфера применения таких систем обширна, но наиболее интенсивно системы автоматизированного проектирования используются в инженерноконструкторской деятельности для изготовления компьютерных чертежей, поскольку сегодня именно компьютерный чертеж является той красной нитью информации, которая связывает идею конструктора с реальной возможностью реализации его замысла. Создание именно подобного «сквозного» цикла передачи информации является главной из множества задач в использовании новых информационных технологий. Сегодня в этом направлении одну из главных ролей играет компьютерная графика.

Курс черчения в том виде, каким он был сформирован несколько десятилетий назад, сегодня отстает от современных требований, главным из которых является – компьютеризация.

Курс Компьютерной графики направлен на формирование и развитие творческих качеств личности, культуры современного графического труда.

Используя непосредственные знания по черчению, вы одновременно получите в руки новый

инструмент работы – компьютер, с помощью которого познакомитесь с новой информационной технологией изготовления современного чертежа. Это позволит вам в будущем профессионально участвовать в информатизации во всех структурах общества.

1.3 Системы автоматизированного проектирования

Окружающий нас мир бесконечно многообразен. Понятие «вещество» стало первым абстрактным понятием науки. В разнообразии материальных объектов ученые пытались увидеть некоторое единство, отыскать «первоматерию», атомы вещества.

Понятие «энергия» стало следующим обобщенным понятием в истории науки. Его появление было связано с развитием техники. Физические, химические, биологические процессы стали рассматриваться с позиции передачи и преобразования энергии.

Однако, желая исследовать все более сложные объекты в технике, биологии, обществе, наука встала перед фактом невозможности детального описания их поведения на языке материально энергетических моделей. В середине XX в. появляется новая наука – кибернетика. Эта наука породила новый системно-информационный взгляд на природу. Центральным понятием кибернетики стало понятие «информация», которое сегодня трактуется специалистами не просто как сведения о чем-либо, а как продукт взаимодействия

данных и адекватных методов, как динамический объект.

Таким образом, вещество – энергия – информация – это три фундаментальных понятия науки, с помощью которых человек представляет, и моделирует общие законы развития природы и общества.

С другой стороны, эти понятия являются основными компонентами любого производственного процесса. До недавнего времени в этих процессах основное внимание уделялось только материалам и энергии. Об информации заговорили лишь после изобретения.

ЭВМ

И сразу же новым методом организации производства становится создание АСУ автоматизированных систем управления и САПР – систем автоматизированного проектирования. Параллельно развивается автоматизация технологии производства:

- технологическое оборудование с числовым программным управлением от ЭВМ.

- автоматизированные системы управления технологическими процессами.

В 80х гг. началась интеграция всех указанных направлений. За прошедшее время приоритетные направления в такой интеграции менялись не единожды, но, в конечном счете, таким приоритетом стало направление САПР. Почему? Все определяется

качеством продукта, а качество продукта определяется качеством проекта, оно же напрямую связано с автоматизацией проектирования. Сегодня автоматизация проектирования – задача высокоприоритетная, и никакая корпоративная информационная система не спасет предприятие, которое не может оперативно предложить рынку качественную продукцию.

Современные системы автоматизированного производства (САПР) позволяют вести проектирование комплексно, начиная с постановки задачи и кончая получением чертежей и программ для оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Применение подобных систем позволяет ускорить не только выполнение чертежей, но и изготовление деталей в десятки раз.

Системы автоматизированного проектирования используются сейчас людьми самых разнообразных профессий – от инженеров до художников-дизайнеров. Сфера применения САПР обширна и с каждым годом расширяется.

Наиболее интенсивно САПР используется, например, в инженерно-конструкторской деятельности, для изготовления чертежей, при разработке печатных плат и интегральных схем, архитектурном проектировании, при подготовке технической документации.

Без использования САПР в сфере производства радиоэлектроники и вычислительной техники обойтись практически невозможно.

Разновидности САПР

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например, по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы – ядра САПР. По приложения наиболее представительными и широко используемыми являются следующие группы САПР.

– САПР для применения в отраслях общего машиностроения. Их часто называют машиностроительными САПР или MCAD (Mechanical CAD) системами.

– САПР для радиоэлектроники. Их названия – ECAD (Electronic CAD) или EDA (Electronic Design Automation) системы.

– САПР в области архитектуры и строительства.

Кроме того, известно большое число более специализированных САПР, или выделяемых в указанных группах, или представляющих самостоятельную ветвь в классификации. Примерами таких систем являются САПР больших интегральных схем (БИС); САПР летательных аппаратов; САПР электрических машин и т. п.

По целевому назначению различают САПР или подсистемы САПР, обеспечивающие разные аспекты (страты) проектирования. Так, в составе MCAD появляются CAE/CAD/CAM системы:

– САПР функционального проектирования, иначе САПР Ф или CAE (Computer Aided Engineering) системы;

– конструкторские САПР общего машиностроения –САПРК, часто называемые просто САДсистемами;

– технологические САПР общего машиностроения – САПРТ, иначе называемые автоматизированными системами технологической подготовки производства АСТПП или системами САМ (Computer Aided Manufacturing).

По масштабам различают отдельные программно методические комплексы (ПМК) САПР, например, комплекс анализа прочности механических изделий в соответствии с методом конечных элементов (МКЭ) или комплекс анализа электронных схем; системы ПМК; системы с уникальными архитектурами не только программного (software), но и технического (hardware) обеспечений.

По характеру базовой подсистемы различают следующие разновидности САПР.

САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования.

Эти САПР ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, т. е. определение пространственных форм и взаимного расположения объектов.

Поэтому к этой группе систем относится большинство графических ядер САПР в области машиностроения. В настоящее время появились унифицированные графические ядра, применяемые более чем в одной САПР (это ядра Parasolid фирмы EDS Unigraphicsи ACIS фирмы Intergraph).

САПР на базе СУБД. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР преимущественно встречаются в техникоэкономических приложениях, например, при проектировании бизнеспланов, но имеют место также при проектировании объектов, подобных щитам управления систем автоматики.

САПР на базе конкретного прикладного пакета. Фактически это автономно используемые программнометодические комплексы, например, имитационного моделирования производственных процессов, расчета прочности по методу конечных элементов, синтеза и анализа систем автоматического управления и т. п. Часто такие САПР относятся к системам САЕ. Примерами могут служить программы логического проектирования на базе языка VHDL, математические пакеты типа Math CAD.

Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются САЕ/CAD/CAM системы в машиностроении или САПР БИС. Так, САПР БИС включает в себя СУБД и подсистемы проектирования компонентов, принципиальных, логических и функциональных схем, топологии кристаллов, тестов для проверки годности изделий. Для управления столь сложными системами применяют

специализированные системные среды.

Функции, характеристики и примеры CAE/CAD/CAM систем:

Функции CADсистем в машиностроении подразделяют на функции двухмерного (2D) и трехмерного (3D) проектирования. К функциям 2D относятся черчение, оформление конструкторской документации; к функциям 3D – получение трехмерных моделей, метрические расчеты, реалистичная визуализация, взаимное преобразование 2D и 3D моделей.

Среди CADсистем различают «легкие» и «тяжелые» системы. Первые из них ориентированы преимущественно на 2D графику, сравнительно дешевы, и менее требовательны в отношении вычислительных ресурсов. Вторые ориентированы на геометрическое моделирование (3D), более универсальны, дороги, оформление чертежной документации в них обычно осуществляется с помощью предварительной разработки трехмерных геометрических моделей.

Основные функции CAMсистем: разработка технологических процессов, синтез управляющих программ для технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), моделирование процессов обработки, в том числе построение траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, генерация пост процессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ (NC – Numerical Control), расчет

норм времени обработки.

Наиболее известны следующие САЕ/CAD/CAM системы в машиностроении (особенности САПР в микроэлектронике приведены в приложении).

«Тяжелые» системы (в скобках указана фирма разработавшая или распространяющая продукт): Unigraphics (EDS Unigraphics); SolidEdge (Intergraph); Pro/Engineer (PTC – Parametric Technology Corp.), CATIA (Dassault Systemes), EUCLID (Matra Datavision), CADD5.5 (Computervision, ныне входит в PTC) и др.

«Легкие» системы: AutoCAD (Autodesk); АДЕМ; bCAD (ПроГруппа, г. Новосибирск); Caddy (Ziegler Informatics); Компас (Аскон, г. С.Петербург); Спрут (Sprut Technology, г. Набережные Челны); Кредо (НИВЦ АСК, г. Москва).

Системы, занимающие промежуточное положение (сред немасштабные): Cimatron, Microstation (Bentley), Euclid Prelude (Matra Datavision), TFlex CAD (Топ Системы. Москва) и др. С ростом возможностей персональных ЭВМ грани между «тяжелыми» и «легкими» CAD/CAM системами постепенно стираются.

Функции САЕсистем довольно разнообразны, так как связаны с проектными процедурами анализа, моделирования, оптимизации проектных решений. В состав машиностроительных САЕсистем прежде всего включают программы для следующих процедур:

– моделирование полей физических величин, в

том числе анализ прочности, который чаще всего выполняется в соответствии с МКЭ;

- расчет состояний и переходных процессов на макроуровне;

- имитационное моделирование сложных производственных систем на основе моделей массового обслуживания и сетей Петри.

Примеры систем моделирования полей физических величин в соответствии с МКЭ: Nastran, Ansys, Cosmos, Nisa, Moldflow.

Примеры систем моделирования динамических процессов на макроуровне: Adams и Dyna в механических системах, Spice в электронных схемах, ПА9 для многоаспектного моделирования, т. е. для моделирования систем, принципы действия которых основаны на взаимовлиянии физических процессов различной природы.

Для удобства адаптации САПР к нуждам конкретных приложений, для ее развития целесообразно иметь в составе САПР инструментальные средства адаптации и развития. Эти средства представлены той или иной CASE технологией, включая языки расширения. В некоторых САПР применяют оригинальные инструментальные среды.

Примерами могут служить объектно ориентированная интерактивная среда CAS. CADE в системе EUCLID, содержащая библиотеку компонентов, в САПРТFlex CAD3D предусмотрена разработка дополнений в средах VisualC++ и Visual

Basic.

Важное значение для обеспечения открытости САПР, ее интегрируемости с другими автоматизированными системами (АС) имеют интерфейсы, представляемые реализованными в системе форматами межпрограммных обменов. Очевидно, что, в первую очередь, необходимо обеспечить связи между САЕ, САD и САМподсистемами.

В качестве языков – форматов межпрограммных обменов – используются IGES, DXF, Express (стандарт ISO10303 11, входит в совокупность стандартов STEP), SAT (формат ядра ACIS) и др.

Наиболее перспективными считаются диалекты языка Express, что объясняется общим характером стандартов STEP, их направленностью на различные приложения, а также на использование в современных распределенных проектных и производственных системах. Действительно, такие форматы, как IGES или DXF, описывают только геометрию объектов, в то время как в обменах между различными САПР и их подсистемами фигурируют данные о различных свойствах и атрибутах изделий.

Язык Express используется во многих системах интерфейса между САD/САМсистемами. В частности, в систему САD++STEP включена среда SDAI (Standard Data Access Interface), в которой возможно представление данных об объектах из разных систем САD и приложений (но описанных по правилам языка Express). САD++STEP обеспечивает

доступ к базам данных большинства известных САПР с представлением извлекаемых данных в виде STER-файлов. Интерфейс программиста позволяет открывать и закрывать файлы проектов в базах данных, производить чтение и запись сущностей. В качестве объектов могут использоваться точки, кривые, поверхности, текст, примеры проектных решений, размеры, связи, типовые изображения, комплексы данных и т. п.

Разработка САПР «КОМПАС» осуществлена предприятием АО «АСКОН» (г. Санкт-Петербург).

Костяк коллектива был образован из сотрудников Конструкторского Бюро Машиностроения (г. Коломна, Московская обл.), которое в 70–80х гг. было головной организацией по САПР в министерстве оборонной промышленности.

В 1986 году здесь была создана одна из первых отечественных САПР – чертежнографическая система КАСКАД на базе ЭВМ СМ1420. Ее главной отличительной чертой являлась специализированная модель чертежа, ориентированная на поддержку ЕСКД. Система КАСКАДСМ широко применялась не только в конструкторских бюро машиностроения, но и на многих предприятиях бывшего министерства оборонной промышленности.

Развитие системы связано с появлением на предприятиях оборонной отрасли первых персональных IBM – совместимых компьютеров. Одновременно с аппаратными средствами на предприятиях бывшего СССР стали «проникать» и

некоторые зарубежные программные продукты, среди которых (в области САПР на персональных компьютерах) наиболее широко распространился AUTOCAD американской компании AUTODESK.

Анализ версий системы AUTOCAD показал, что применение ее (как и многих других западных продуктов) сильно затруднено ввиду различий в технических стандартах, громоздкой архитектуры и, самое главное, сложности в освоении. В связи с этим и появилась идея создания конкурентно способной чертежной системы, работающей на IBM PC с процессорами 8086 и 80286 и обладающей популярными для пользователя свойствами: простота, эффективность, поддержка отечественных стандартов и ориентация на типичную для России технологию работы конструктора.

С момента основания предприятия АСКОН (1989) программные продукты стали выпускаться с торговым наименованием «КОМПАС». В 1990 г. был выпущен первый продукт «АСКОН» – чертежнографический редактор «КОМПАС 3.0», а также набор прикладных библиотек типовых элементов для разработки различных схем, сборочных чертежей и т. д.

Система «КОМПАС 4.0» (1991 г.) позволила осуществить комплексный подход к автоматизации проектноконструкторских и технологических работ.

В 1992 г. центральным продуктом фирмы является «КОМПАС 4.5», который позволил расширить круг

задач конструирования и подготовки производства.

Стремительно развивающаяся компьютерная индустрия и выход новейших операционных систем WINDOWS 95 и WINDOWS NT 4.0 явно обозначили новый виток гонки информационных технологий. За видимой частью айсберга (измененный интерфейс, пиктограммные меню, удобная и наглядная работа с файлами) надо видеть главное – WINDOWS не ограничивается красивым оформлением, это качественно новый уровень работы пользователя, архитектуры комплекса, тесная интеграция разнородных систем, встроенные сетевые возможности и многое другое. Здесь стали реальностью многие задачи, решение которых в среде DOS в принципе не представлялось возможным.

Версия «КОМПАС» для WINDOWS является новым поколением систем чертежно конструкторской графики и развитием популярной системы «КОМПАС 4.5» для DOS. Сохранив преимущество мощного графического редактора, изначально ориентированного на выпуск чертежей и полную встроенную поддержку ЕСКД, «КОМПАС» для WINDOWS перешел на качественно новый уровень.

Что же означает слово КОМПАС?

КОМПАС – это комплекс автоматизированных систем проектноконструкторских и технологических разработок на базе ПЭВМ.

1.4 Технические средства компьютерной графики

Классификация, принципы реализации, основные характеристики, преимущества и недостатки технических средств КГ (графических дисплеев, графопостроителей, планшетов, принтеров, сканеров, комплексов).

Классификация технических средств

Технические средства в компьютерной графике делятся

на

- : 1) устройства ввода графических изображений;
- 2) мышь;
- 3) световое перо;
- 4) трекболл;
- 5) тачпад и трекпойнт;
- 6) джойстик;
- 7) сканер;
- 8) дигитайзер.

Устройство ввода – манипулятор «мышь»

Наряду с клавиатурой мышь является важнейшим средством ввода информации (рисунок 1.1). В современных программных продуктах, имеющих сложную графическую оболочку, мышь является основным инструментом управления программой. Компьютерная мышь появилась в 1964 г. Ее изобрел Дуглас Карл Энгельбарт из Стэнфордского исследовательского института. Это была небольшая деревянная коробочка с двумя дисками. Один из дисков поворачивался, когда устройство двигали вперед и назад, второй отвечал за движение мыши

вправо и влево. Энгельбарт говорит, что назвал устройство мышью изза его небольшого размера и провода, похожего на хвост.



Рисунок 3.1 – Манипулятор «Мышь»

По принципу действия мыши делятся на:

- 1) механические;
- 2) оптикомеханические;
- 3) оптические.

подавляющее число компьютерных мышек используют оптикомеханический принцип кодирования перемещения.

С поверхностью стола соприкасается тяжелый, покрытый резиной шарик сравнительно большого диаметра. Ролики, прижатые к поверхности шарика, установлены на перпендикулярных друг другу осях с двумя датчиками. Датчики, представляющие собой оптопары (светодиод/фотодиод), располагаются по разные стороны дисков с прорезями. Порядок, в котором освещаются фоточувствительные элементы, определяет направление перемещения мыши, а частота приходящих от них импульсов – скорость. Хороший механический контакт с поверхностью обеспечивает специальный коврик.

Более точного позиционирования курсора

позволяет добиться оптическая мышь. Для нее используется специальный коврик, на поверхности которого нанесена мельчайшая сетка из перпендикулярных друг другу темных и светлых полос. Расположенные в нижней части мыши две оптопары освещают коврик, и по числу пересеченных при движении линий определяют величину и скорость перемещения. Оптические мыши не имеют движущихся частей, и лишены такого присущего оптикомеханическим мышам недостатка, как перемещение курсора мыши рывками из-за загрязнения шарика. Разрешающая способность применяемого в мыши устройства считывания координат составляет 400 dpi (DotperInch точек на дюйм) и выше, превосходя аналогичные значения для механических устройств.

Для оптимального функционирования мышь должна передвигаться по ровной поверхности. Лучше всего подходят специальные коврики (Mouse Pad). Указатель мыши передвигается по экрану синхронно с движением мыши по коврику. Устройством ввода мыши являются кнопки (клавиши). Большинство мышей имеют две кнопки, существуют также 3кнопочные мыши и имеющие большее количество кнопок.

Одной из важных характеристик мыши является ее разрешение, которое измеряется в dpi. Разрешение определяет минимальное перемещение, которое способен почувствовать контроллер мыши. Чем больше разрешение, тем точнее позиционируется

мышь, тем с более мелкими объектами можно работать. Нормальное разрешение мыши лежит в диапазоне от 300 до 900 dpi. В усовершенствованных мышах существенно увеличивается. Это позволяет эффективнее работать в графических пакетах, где приходится обрабатывать мелкие детали.

По принципу передачи информации мыши делятся на:

- 1) последовательные (Serial Mouse), подключаемые к последовательному порту COM1 или COM2;
- 2) параллельные (Bus Mouse), использующие системную шину. BusMouse подключается к специальной карте расширения, входящей в комплект поставки мыши.

Параллельные мыши предпочтительнее в тех системах, где к компьютеру требуется подключить много периферийных устройств, особенно занимающих последовательные порты, и где компьютер подвержен конфликтам прерываний периферийных устройств (BusMouse не использует прерывания).

Существует несколько стандартов последовательных мышей. Самым распространенным является стандарт MSMouse. Альтернативными стандартами являются PCMouse, используемый для трехкнопочных мышей фирмы Genius, и редко используемый PS/2. MSMouse и совместимые с ней PCMouse для работы требуют установки соответствующих драйверов. Большинство программного обеспечения для персональных

компьютеров ориентировано на MSMouse. Стандарт PS/2 не требует подключения драйверов.

К основным тенденциям развития современных мышей можно отнести постепенный переход на шину USB, а также поиски в области эргономических усовершенствований. К ним можно отнести беспроводные (Cordless) мыши, работающие в радио – или инфракрасном диапазоне волн, а также мыши с дополнительными кнопками. Наиболее удачными решениями являются наличие между двумя стандартными кнопками колесика (мышь Microsoft Intelli Mouse) или качающейся средней кнопки (мышь Genius Net Mouse Net Mouse Pro), которые используются для быстрой прокрутки документа под Windows 95/98/NT/XP/Vista/7.

К наиболее известным производителям мышей относятся компании Genius, Logitech, Microsoft, Mitsumi и др.

Световое перо (Light Pen)

Световое перо – это светочувствительное устройство, предназначенное для снятия координат точек экрана, ввода данных в информационную систему (рисунок 1.2).

Световое перо, по форме напоминающее пишущую ручку, именуемое также пером предназначено для взаимодействия с экраном монитора. В наконечнике пера устанавливается фото элемент, который реагирует на световой сигнал, передаваемый экраном в точке прикосновения пера, и

момент этой реакции сообщается системе. Здесь сопоставляется время появления сигнала с синхросигналом развертки изображения.

В результате, определяется положение светового пера на экране.



Рисунок 3.2 – Световое перо

Световое перо не требует создания специального экрана или его покрытия, как у сенсорного устройства. Сказанное позволяет выделять точку, указываемую пользователем, и благодаря этому вводить информацию в систему.

Таким образом, можно записать и, затем, осуществить распознавание рукописного текста, нарисовать рисунок.

Джойстики

Джойстик является координатным устройством ввода информации, и наиболее часто применяется в области компьютерных игр и компьютерных тренажеров (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 Джойстик

Джойстики бывают:

- 1) аналоговые (обычно используются в компьютерных тренажерах);
- 2) цифровые (в игровых компьютерах).

Аналоговые джойстики обеспечивают более точное управление, что очень важно для программных приложений, в которых объекты должны точно позиционироваться. Для удобства работы конструкция джойстика должна быть достаточно прочной и устойчивой. Джойстик подключают к внешнему разъему карты расширения, имеющей соответствующий порт.

Для подключения джойстика к компьютеру используют игровой порт. Игровой порт (или адаптер) может быть расположен на плате асинхронного последовательного адаптера, на плате мультипорта, на отдельной плате или системной плате компьютера. К одному игровому порту может быть подключено два джойстика. Разъем игрового порта имеет 15 выводов.

Трекбол (Trackball)

Трекбол (Trackball) – это устройство ввода информации, которое можно представить в виде перевернутой мыши с шариком большого размера (рисунок 3.4). Принцип действия и способ передачи данных трекбола такой же, как и мыши. Наиболее часто используется оптикомеханический принцип регистрации положения шарика. Подключение трекбола, как правило, осуществляется через последовательный порт.

Основные отличия от мыши:

- стабильность положения за счет неподвижного корпуса;
- не нужна площадка для движения, так как позиция курсора рассчитывается по вращению шарика.



Рисунок 3.4 Трекбол

Первое устройство подобного типа было

разработано компанией Logitech. Миниатюрные трекболы получили сначала широкое распространение в портативных ПК. Встроенные трекболы могут располагаться в самых различных местах корпуса ноутбука, внешние крепятся специальным зажимом, а к интерфейсу подключаются кабелем. Большого распространения в ноутбуках трекболы не получили из-за своего недостатка постепенного загрязнения поверхности шара и направляющих роликов, которые бывает трудно очистить и, следовательно, вернуть трекболу былую точность. Впоследствии их заменили тачпады и трекпойнты.

Тачпад (Touchpad) и Трекпойнт (TrackPoint)

Трекпойнт (TrackPoint) – координатное устройство, впервые появившееся в ноутбуках IBM, представляет собой миниатюрный джойстик с шершавой вершиной диаметром 5–8 мм. Трекпойнт расположен на клавиатуре между клавишами и управляется нажатием пальца (рисунок 3.5).

Тачпад (TouchPad) представляет собой чувствительную контактную площадку, движение пальца по которой вызывает перемещение курсора. В подавляющем большинстве современных ноутбуков применяется именно это указательное устройство, имеющее не самое высокое разрешение, но обладающее самой высокой надежностью из-за отсутствия движущихся частей.



Рисунок 3.5 Тачпад

TouchPad поддерживает следующие протоколы: 1. PS/2;

2. RS232;

3. ADB – протокол, используемый компьютерами семейства AppleMacintosh.

В каждом из этих случаев TouchPad поддерживает индустриальный стандарт «mouse» плюс собственные, специфические, расширенные протоколы. Поддержка «mouse» означает, что, при подключении к компьютеру TouchPad сразу можно использовать ее как обычную «мышку», без инсталляции ее собственного драйвера. После инсталляции драйвера пользователь получает целый набор дополнительных возможностей.

Дальнейшим развитием TouchPad является TouchWriter – панель TouchPad с повышенной чувствительностью, одинаково хорошо работающая

как с пальцем, так и со специальной ручкой и даже с ногтем. Эта панель позволяет вводить данные привычным для человека образом – записывая их ручкой. Кроме того, ее можно использовать для создания графических изображений или для подписывания документов.

Сканеры

Сканер – это устройство ввода в персональный компьютер или ноутбук цветного и чернобелого изображения с бумаги, пленки и т. п. (рисунок 3.6).

Принцип действия сканера заключается в преобразовании оптического сигнала, получаемого при сканировании изображения световым лучом, в электрический, а затем в цифровой код, который передается в компьютер. Подобное преобразование осуществляется с помощью ССДчипа (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Сканер

Сканеры разделяют на:

- 1) чернобелые;
- 2) цветные.

Чернобелые сканеры могут в простейшем случае различать только два значения – черное и белое, что вполне достаточно для чтения штрихового кода. Более сложные сканеры различают градации серого цвета.

Цветные сканеры работают на принципе сложения цветов, при котором цветное изображение получается путем смешения трех цветов: красного, зеленого и синего.

Технически это реализуется двумя способами:

1) при сканировании цветной оригинал освещается не белым светом, а последовательно красным, зеленым и синим. Сканирование осуществляется для каждого цвета отдельно, полученная информация предварительно обрабатывается и передается в компьютер;

2) в процессе сканирования цветной оригинал освещается белым светом, а отраженный свет попадает на ССДматрицу через систему специальных фильтров, разлагающих его на три компонента: красный, зеленый, синий, каждый из которых улавливается своим набором фотоэлементов.

А также сканеры делятся на:

- 1) ручные;
- 2) барабанные;
- 3) листовые;
- 4) планшетные.

Ручные сканеры – это относительно недорогие устройства небольшого размера, удобны для

оперативного сканирования изображений из книг и журналов. Ширина полосы сканирования обычно не превышает 105 мм, стандартное разрешение 300–400 dpi. К недостаткам ручного сканера можно отнести зависимость качества сканирования от навыков пользователя и невозможность одновременного сканирования относительно больших изображений.

В барабанном сканере сканируемый оригинал располагается на вращающемся барабане. В настоящее время используются только в типографском производстве.

В листовых сканерах носитель с изображением протягивается вдоль линейки, на которой расположены CCD – элементы. Ширина изображения как правило составляет формат А4, а длина ограничена возможностями используемого компьютера (чем больше изображение, тем больше размер файла, где хранится его цифровая копия).

Планшетные сканеры осуществляют сканирование в автоматическом режиме. Оригиналы располагаются в сканере на стеклянном листе, под которым головка чтения с CCD элементами сканирует изображение построчно с равномерной скоростью. Размеры сканируемых изображений зависят от размера сканера и могут достигать размеров большого чертежного листа (А0). Специальная слайдприставка позволяет сканировать слайды и негативные пленки. Аппаратное разрешение планшетных сканеров достигает 1200 dpi.

Сканеры подключаются к персональному

компьютеру через специальный контроллер (для планшетных сканеров это чаще всего SCSI контроллер). Сканер всегда должен иметь соответствующий драйвер, так как только ограниченное число программных приложений имеет встроенные драйверы для общения с определенным классом сканеров.

Для Windows программ чаще всего для связи компьютера со сканером используют стандарт TWAIN. TWAIN совместимые сканеры обслуживаются такими программными продуктами как PhotoShop, CorelDraw, PageMaker, PhotoStyler, PicturePubliher и др. Сканеры являются составной частью систем распознавания текста. С их помощью сначала сканируется текст с бумажного оригинала, а затем специальное программное обеспечение (например, FineReader или CuneiForm) переводит графические символы в коды ASCII.

Дигитайзеры

Дигитайзер предназначен для профессиональных графических работ (рисунок 3.7). С помощью специального программного обеспечения он позволяет преобразовывать движение руки оператора в формат векторной графики. Первоначально дигитайзер был разработан для приложений система автоматизированного проектирования, так как в этом случае необходимо определять и задавать точное значение координат большого количества точек.

отличие от мыши дигитайзер способен точно определять, и обрабатывать абсолютные координаты.

Дигитайзер состоит из специального планшета являющегося рабочей поверхностью и, кроме этого, выполняющего разнообразные функции управления соответствующим программным обеспечением, и светового пера или, чаще, кругового курсора, являющихся устройствами ввода информации.



Рисунок 3.7 Дигитайзер

Одной из разновидностей дигитайзера является графический или рисовальный планшет. Он представляет собой панель, под которой расположена электромагнитная решетка. Если провести по его поверхности специальным пером, то на экране монитора появится штрих. В планшете реализован принцип абсолютного позиционирования: изображение, нарисованное в левом нижнем углу планшета, появится в левом нижнем углу экрана монитора. Обычно рисовальные планшеты имеют размеры коврика для мыши, но рабочая поверхность несколько меньше.

Имеются планшеты, обладающие чувствительностью к нажиму, с помощью которых,

регулируя нажим, можно по лучать на экране линии различной толщины.

Специальная пластмассовая пленка, прилагаемая к план шету, позволяет копировать подложенные под нее изображе ния на бумажных оригиналах.

Планшеты подключаются к последовательному порту персонального компьютера.

Графический планшет может иметь различные форматы: от А2 – для профессиональной деятельности и меньше – для более простых работ.

Сканирование фотографий или других плоских документов – дело сравнительно простое: оригинал кладется на стек лянную пластину планшетного сканера, закрывается крышка, и производится пуск аппарата. Но сканирование в трех измерениях, определяющих наш мир, гораздо сложнее и требует большого труда, поэтому до сих пор задача эта для пользователей ПК была почти неразрешима. Дигитайзер представляет собой настольное устройство, способное отображать объекты небольших и средних размеров в виде точных трехмерных файлов. Внешне сканер напоминает миниатюрную зубоврачебную бормашину.

Примером может служить прибор для оцифровки трехмерных объектов MicroScribe3D компании Immersion, который использует современные достижения в различных отраслях технического прогресса.

Компания Immersion разработала уникальную

механическую технологию оцифровки, которая компактна, доступна и легка в использовании. Каждое соединение использует цифровые оптические датчики, работа которых не зависит от любого относящегося к окружению влияния. Результат – универсальная система, которая может работать практически в любой среде, и сканировать объекты из любого материала.

Но кроме этого, есть и другие технологии трехмерного сканирования:

- ультразвуковое сканирование;
- магнитное сканирование;
- лазерные сканеры.

Из всех трехмерных технологий сканирования, ультразвуковые системы наименее точны, наименее надежны, и наиболее восприимчивы к геометрическим искажениям. Вследствие того, что скорость звука зависит от воздушного давления, температуры и других атмосферных условий, эффективность ультразвуковых систем может изменяться вместе с погодой. Кроме того, они восприимчивы к работе различного оборудования, даже шуму ламп дневного света.

Магнитные трехмерные цифровые преобразователи работают на том же принципе, что и «ультразвуковые системы», т. е. используют магнитное поле. Они невосприимчивы к атмосферным изменениям, и очень чувствительны к искажениям от близлежащего металла или магнитных полей.

Металлические стулья, платы, компьютеры или другое оборудование, размещенные близко от магнитного цифрового преобразователя, исказит данные. Кроме того, такие системы нельзя использовать для оцифровки объектов с металлическими частями.

Лазерные сканеры во много раз дороже, чем системы механической оцифровки. Системы, использующие лазеры, имеют много ограничений. Объекты с отражающими или яркими поверхностями, большие объекты и объекты с вогнутыми поверхностями, которые затеняют прямой путь лазерного луча – главная проблема для лазерных систем.

2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

По дисциплине «компьютерная графика в среде КОМ ПАС3D» мы будем изучать методы проецирования предметов, правила оформления и выполнения чертежей различного назначения.

В данном разделе вы узнаете об основных правилах оформления чертежей и выполнения простейших геометрических построений, без которых не обходится ни один чертеж.

Для того, чтобы изготовить детали и собрать из них сборочную единицу, необходимо тщательно разработать конструкторскую документацию. Она должна однозначно определять, что должно быть изготовлено: наименование изделия, величина, форма, внешний вид, материалы, способы изготовления и др. Конструкторская документация должна обеспечить идентичность одноименных изделий при их изготовлении и в случае необходимости – их взаимозаменяемость.

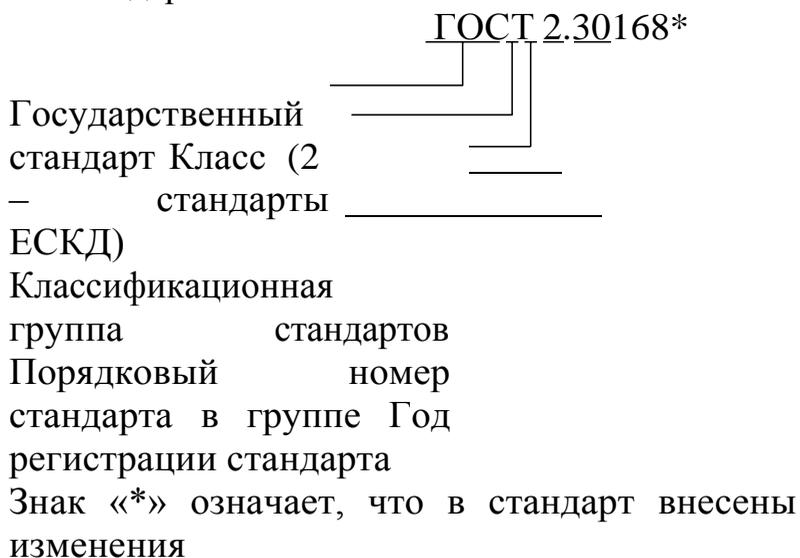
Чертежи, схемы и другие конструкторские документы выполняются по единым правилам и нормам, установленным государственными стандартами – ГОСТами. Государственные стандарты сведены в единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – комплекс государственных стандартов, устанавливающий взаимосвязанные правила и

положения по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями, предприятиями и учебными заведениями. ЕСКД учитывает рекомендации Международной организации по стандартизации (ИСО), постоянной комиссии по стандартизации.

Соблюдение государственных стандартов обязательно для всех отраслей промышленности, проектных организаций, научных учреждений и т. д. Во всех учебных заведениях, где изучают инженерную графику, учебные чертежи выполняют по изложенным в ГОСТах правилам.

Стандарт имеет буквенное и цифровое обозначение. Далее представлена расшифровка обозначения стандарта:



2.1 Форматы (ГОСТ 2.301 68*)

Каждый чертеж должен быть выполнен на листе определенных размеров, который называется форматом. Формат определяется размерами внешней рамки. Внешняя рамка выполняется тонкой линией (рисунок 2.1).

ГОСТ 2.30168* устанавливает пять основных форматов для чертежей и других конструкторских документов: А0, А1, А2, А3, А4. Площадь формата А0 равна $\sim 1 \text{ м}^2$. Другие основные форматы могут быть получены последовательным делением формата А0 на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата. Размеры сторон основных форматов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Размеры сторон основных форматов

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
А0	841 × 1189
А1	594 × 841
А2	420 × 594
А3	297 × 420
А4	210 × 297
А5	148 × 210

В технике все линейные измерения производят в мм, и единицы измерения не указывают, в том числе на чертежах. При наличии других единиц – их обозначения указывают.

На чертежи наносится рамка (обрамляющая линия), которую проводят сплошной толстой основной линией. Обрамляющая линия проводится вдоль левой стороны формата на расстоянии 20 мм от внешней рамки (поле для подшивки), а вдоль остальных сторон – на расстоянии 5 мм (рисунок 3.8).

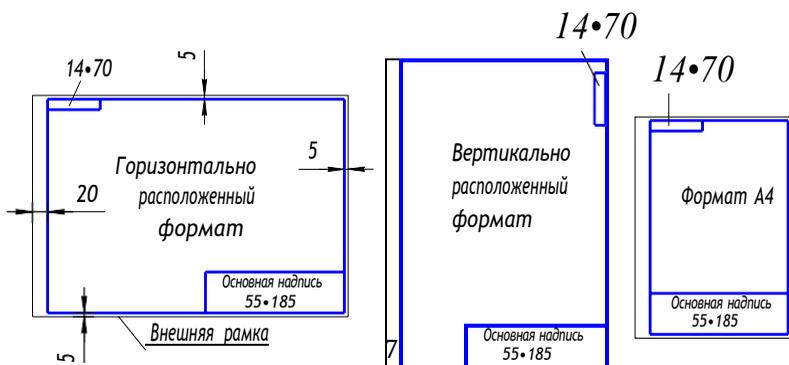


Рисунок 3.8 – Виды форматов чертежей

Каждый чертеж должен иметь основную надпись, которая располагается в правом нижнем углу чертежа: на формате А4 вдоль короткой стороны, а на форматах больше А4 может располагаться как вдоль длинной стороны, так и вдоль короткой стороны формата.

ГОСТ 2.10468* устанавливает форму, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах:

- на чертежах и схемах – форма 1 (рисунок 3.9);
- на текстовых документах – форма 2 и 2а (рисунок

Форма 2

40					(2)					
	П	Л	№ д оку	П од	Д					
	з	ис	м ент а	пи	ат					
	.	т		сь	а					
	Р а з				(1		Л	Л	Л	ис
	р а б						е р а	и с	т о	т в
о т .							т			
П р о		(8	(9)	(1			4	(11	(12	
в е р))	0))))	
и л										
Т к							(7			
о н т) <			
р .										
Н										
к о н										
т р .										
У т										
в е р д										
и л										
5		18								
5										

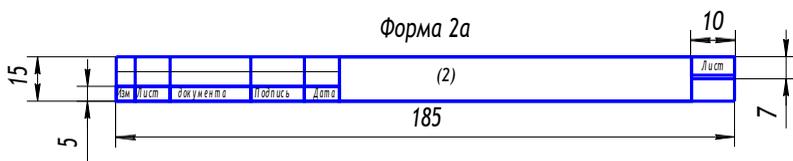


Рисунок 3.10 – Формы 2 и 2а для текстовых документов

В учебных заведениях заполняют следующие графы (графы обозначены числами в скобках):

графа 1 – наименование изделия, изображенного на чертеже. Вначале пишут имя существительное, затем определение;

графа 2 – обозначение (номер) чертежа по ГОСТ 2.20180; графа 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

графа 4 – литера, присвоенная документу (литера «У» – для учебных чертежей);

графа 5 – масса изделия в килограммах; графа 6 – масштаб изображения;

графа 7 – наименование учебного заведения (ТГУ) и группы;

графа 8 – фамилии студента и преподавателя; графа 9 – подписи студента и преподавателя; графа 10 – дата подписания чертежа;

графа 11 – порядковый номер листа;

графа 12 – общее количество листов документа.

В графе с размерами 14×70 записывают то же обозначение чертежа, что и в графе 2, только повернутое на 180° для горизонтальных форматов и форматов А4, и на 90° для вертикальных форматов.

2.2 Масштабы (ГОСТ 2.302 68*)

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам.

Предпочтительно выполнять чертежи так, чтобы размеры изображения и самого предмета были равны, т. е. в масштабе 1:1. Однако, в зависимости от величины и сложности предмета, а также от вида чертежа часто приходится размеры изображения увеличивать или уменьшать по сравнению с истинными. В этих случаях прибегают к построению изображения в масштабе.

Согласно ГОСТ 2.302-68* установлены следующие масштабы:

- натуральная величина – 1:1;
- масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15;
- 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500;
- 1:800;
- 1:1000;
- масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1;

20:1;
40:1; 50:1; 100:1.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применение масштабов 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

При выборе масштаба следует руководствоваться, прежде всего, удобством пользования чертежом.

Масштаб, указываемый в графе, имеющей заголовок «Масштаб» (в основной надписи, в таблицах), обозначают по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т. д.

Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают в скобках (без буквы М) рядом с обозначением изображения.

Например: А (2:1); Б – Б (2:1).

2.3 Линии

(ГОСТ 2.303

68*)

ГОСТ 2.30368* устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах всех отраслей промышленности и строительства (таблица 2.2)

Толщина сплошной толстой основной линии S должна быть 0,5–1,4 мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Выбранные толщины линий должны быть одинаковыми для всех изображений на данном

чертеже.

При выполнении учебных чертежей надо учитывать, что от правильного применения линий по их назначению, правильного выбора их толщин, качественного выполнения штриховых и штрихпунктирных линий в большой мере зависит удобство пользования чертежом.

Штрихи штрихпунктирной линии должны быть одинаковой длины. Одинаковыми оставляют и промежутки между штрихами. Штрихпунктирные линии заканчивают штрихами. Центр окружности во всех случаях определяется пересечением штрихов.

3 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

Для того чтобы построить чертеж детали, провести плоскостную разметку для изготовления или обработки детали, необходимо выполнить ряд геометрических построений.

Геометрическими построениями называют графические способы решения любой практической задачи, при которых все действия производятся чертежными или разметочными инструментами

1.1 Проведение перпендикуляра

1.1.1 Построение перпендикуляра к прямой из точки, лежащей вне прямой

Порядок построения следующий (рисунок 3.11):

1. Из заданной точки C , как из центра, провести дугу окружности произвольного радиуса R , пересекающую прямую в точках 1 и 2.
2. Из точек 1 и 2 провести дуги окружностей произвольного радиуса R_1 до взаимного пересечения в точке D .
3. Через точки C и D провести прямую линию.

Линия CD перпендикулярна к заданной прямой a .

1.1.2 Построение перпендикуляра к середине отрезка

Порядок построения следующий (рисунок 3.12):

1. Из концов отрезка AB проводят дуги радиусом R , величиной большей, чем половина отрезка.
2. Точки пересечения дуг соединяют прямой

линией CD . Линия CD является перпендикуляром к отрезку AB , точка O – середина отрезка.

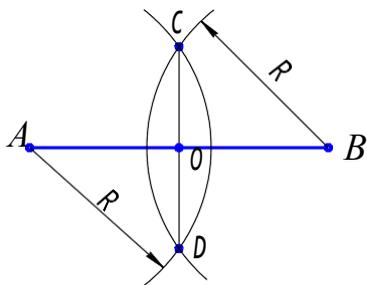
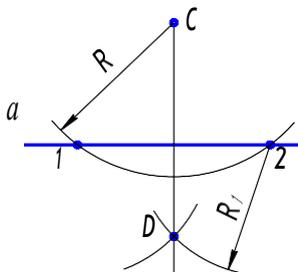


Рисунок 3.11 –
Построение
перпендикуляра к
прямой из точки,
лежащей вне
прямой

Рисунок 3.12 –
Построение
перпендикуляра к
середине
отрез
ка

1.2 Деление отрезка

1.2.1 Деление отрезка на любое число равных частей

Деление отрезка на 6 равных частей показано на рисунок 3.13.

1. Из любого конца отрезка АВ, например, из точки А, проводим луч под острым углом к отрезку.
2. На луче от точки А циркулем откладываем 6 равных отрезков произвольной длины.
3. Конец последнего отрезка, точку б, соединяем с точкой В.
4. Из всех точек на луче проводим прямые, параллельные бВ, до пересечения с АВ.

Эти прямые разделяют отрезок АВ на шесть равных частей.

1.2.2 Деление окружности на пять равных частей
(Построение правильного пятиугольника, вписанного в окружность)

Построения показаны на рисунке 3.14.

Из точки С – середины радиуса окружности, как из центра, дугой радиуса CD сделать засечку на диаметре, получим точку М. Отрезок DM равен длине стороны вписанного правильного пятиугольника. Сделав радиусом DM засечки на окружности, получим точки деления окружности на пять равных частей (вершины вписанного правильного пятиугольника).

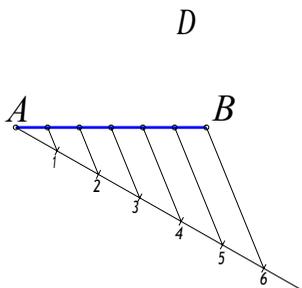


Рисунок 3.13 –
Деление отрезка на
любое число равных
частей

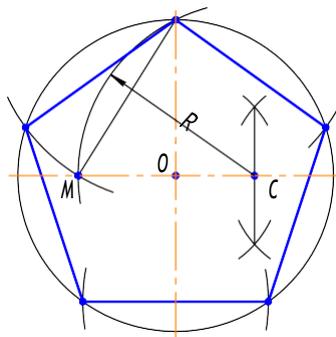


Рисунок 3.14 –
Деление
окружности на пять
равных
частей

1.2.3 Деление окружности на шесть равных частей

(Построение правильного шестиугольника, вписанного в окружность)

Построения показаны на рисунке 3.15.

Сторона правильного

шестиугольника, вписанного в окружность, равна радиусу окружности. Для деления окружности на шесть равных частей надо из точек 1 и 4 пересечения центральной линии с окружностью сделать на окружности по две засечки радиусом R , равным радиусу окружности. Соединив полученные точки отрезками прямых, получим правильный

шестиугольник.

1.3 Определение центра дуги окружности

Построения показаны на рисунке 3.16.

1. Назначить на дуге три произвольные точки A , B и C .

2. Соединить точки прямыми линиями.

3. Через середины полученных хорд AB и BC провести перпендикуляры.

Точка O пересечения перпендикуляров является центром дуги.

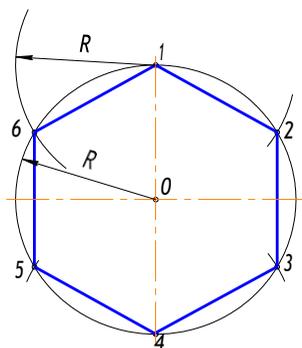


Рисунок 3.15 –
Построение
правильного
шестиугольника,
вписанного в
окружность

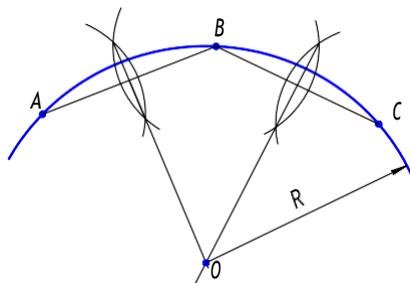


Рисунок 3.16 –
Определение
центра дуги
окружности

1.4 Сопряжения

Сопряжением называется плавный переход от одной линии к другой.

Роль плавных переходов в очертаниях различных изделий техники огромна. Их обуславливают требования прочности, гидроаэродинамики, промышленной эстетики, технологии. Чаще всего сопряжения осуществляют с помощью дуги окружности.

Из всего многообразия сопряжений различных линий рассмотрим наиболее распространенные:

1. Сопряжение двух прямых линий.
2. Сопряжение прямой линии и окружности.
3. Сопряжение двух окружностей.

Дуги окружностей, при помощи которых выполняется сопряжение, называют дугами сопряжения.

Алгоритм построения

1. Найти центр сопряжения;
2. Найти точки сопряжения, в которых дуга сопряжения переходит в сопрягаемые линии.
3. Построить дуги сопряжения, значит соединить точки сопряжения заданным радиусом сопряжения.

1.4.1 Сопряжение пересекающихся прямых линий при помощи дуги заданного радиуса

Пример 1. Сопряжение двух взаимно перпендикулярных прямых a и b дугой заданного радиуса R .

Даны две взаимно перпендикулярные прямые a и b . Задан радиус сопряжения R , (рисунок 3.17а).

Алгоритм построения

1. Находим центр сопряжения.

Проводим две прямые, параллельные a и b , на расстоянии, равном радиусу R . Эти прямые являются геометрическим местом центров окружностей радиуса R , касательных к данным прямым, (рисунок 3.17, б);

Точка O пересечения вспомогательных прямых – центр дуги сопряжения, (рисунок 3.17, в).

2. Находим точки сопряжения.

Проводим перпендикуляры из центра дуги сопряжения к заданным прямым, получаем точки сопряжения A и B , (рисунок 3.17, в).

3. Строим дугу сопряжения.

Радиусом R проводим дугу сопряжения между точками A и B , (рисунок 3.17, г).

На рисунках 3.17, д и 3.17, е показаны законченные построения сопряжения.

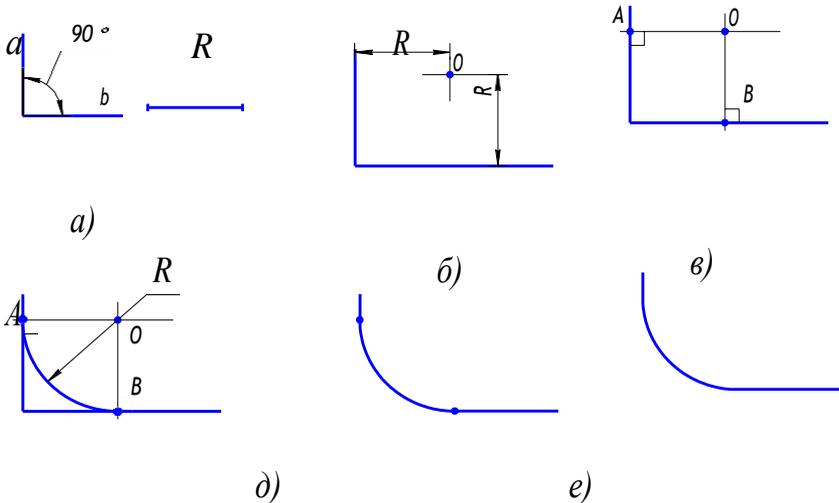


Рисунок 3.17 – Сопряжение пересекающихся прямых линий при помощи дуги заданного радиуса

Пример 2, (рисунок 3.18). **Пример 3**, (рисунок 3.19)

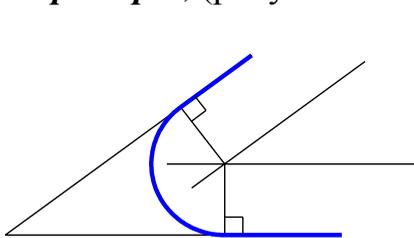


Рисунок 3.18 – Пример 2 построения сопряжения

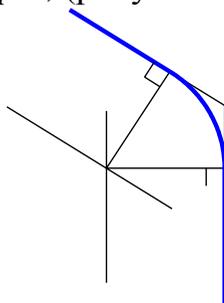


Рисунок 3.19 – Пример 3 построения сопряжения

На данных примерах показано сопряжение двух

прямых линий, расположенных под углом друг к другу. Последовательность построения этих примеров такая же, как в примере 1.

3.4.2. Построение сопряжения дуги и прямой линии. Радиус сопряжения задан

Построим сопряжение для случая, когда заданная окружность находится с внешней стороны сопрягающей дуги (внешнее сопряжение).

Алгоритм построения

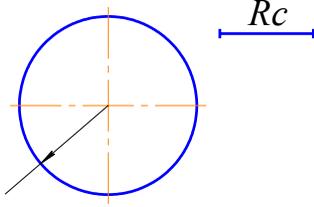
1. Находим центр сопряжения. На расстоянии, равном радиусу сопряжения, проводим геометрические места точек, равноудаленных от заданных прямой и окружности, (рисунок 3.20, б). Центр сопряжения – точка O .

2. Находим точки сопряжения A и B : опускаем перпендикуляр из точки O на заданную прямую и соединяем точку O с центром заданной окружности (рисунок 3.20, в);

3. Строим дугу сопряжения: между точками сопряжения проводим сопрягающую дугу заданного радиуса R , (рисунок 3.20, е).

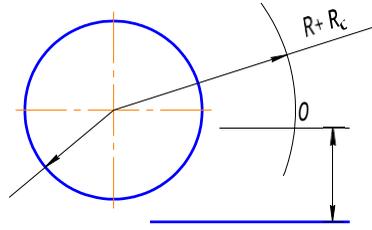
Законченные построения показаны на рисунке 3.20, д.

Без скобок



R

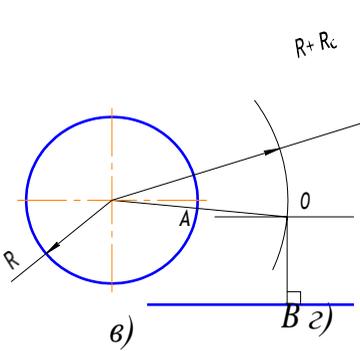
a)



R

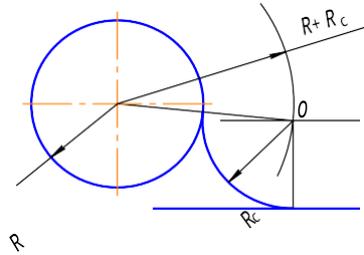
R

b)



v)

B z)



R

Rc

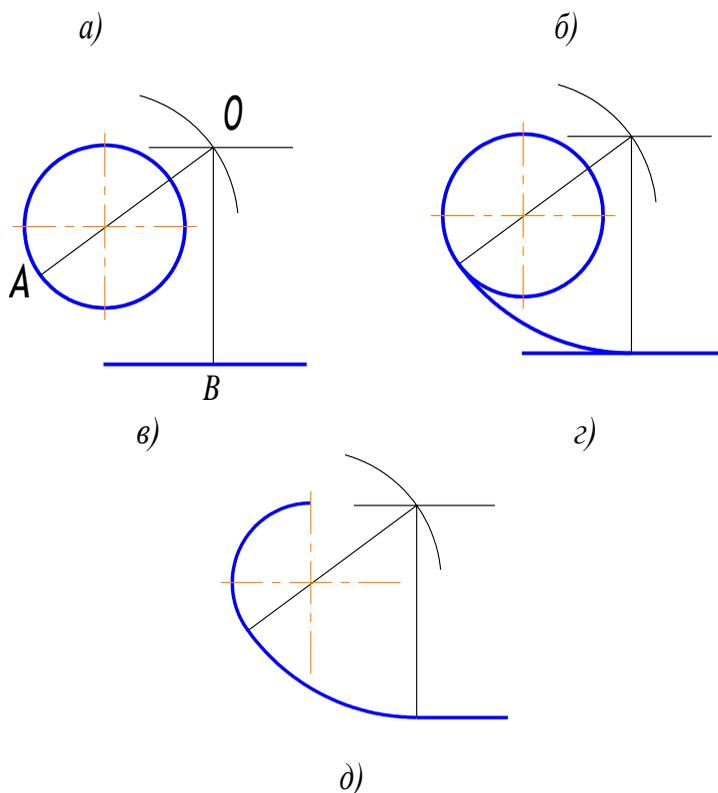


Рисунок 3.21 – Построение сопряжения между дугой окружности и прямой линии в случае, когда заданная окружность находится внутри сопрягающей дуги

Параметры сопряжения:

1. O_1, O_2 – центры сопрягаемых дуг;
2. R_c – радиус сопряжения (как правило, задан)
3. O – центр сопряжения;
4. OO_1, OO_2 – прямые, соединяющие центр сопряжения с центрами сопрягаемых дуг;
5. Точки A и B – точки сопряжения.

Пример 1. Заданные окружности находятся с внешней стороны сопрягающей дуги (внешнее сопряжение), (рисунок 3.22).

Алгоритм построения:

1. Найти центр сопряжения O , (рисунок 3.23, б). Для этого из O_1 и O_2 сделать засечки суммами радиусов: $R_c + R_1$ и $R_c + R_2$;
2. Найти точки сопряжения A и B , (рисунок 3.23, в). Соединить точку O с O_1 и O_2 : OO_1 ; OO_2 . На пересечении этих линий и сопрягаемых дуг отметить точки A и B .
3. Построить дуги сопряжения, т. е. радиусом R_c соединить точки A и B , (рисунок 3.23, г)

