

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Институт энергетики и природопользования**

**Безик В.А.**

## **Основы проектной деятельности**

**Учебное пособие**

**для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Брянская область, 2021**

УДК 621.31 (07)

ББК 31.279

Б 39

Безик, В. А. Основы проектной деятельности: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / В. А. Безик. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 92 с.

Учебное пособие содержит необходимые краткие теоретические сведения, контрольные вопросы по темам и контрольные задания. Пособие предназначено для использования при проведении практических работ со студентами направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рецензент: д.т.н., профессор кафедры электроэнергетики и электротехнологий ФГБОУ ВО Брянский ГАУ Кисель Ю.Е.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института энергетики и природопользования, протокол №3 от 30.11.2020 г.

© Брянский ГАУ, 2021

© Безик В.А., 2021

## Содержание

1 Введение в проектную деятельность. Теоретические основы проектной деятельности .....	5
1.1 Определение проекта. Его основные характеристики и измерения .....	5
1.2. Элементы проектной деятельности .....	7
1.3. Классификация проектов.....	9
2 Обеспечение проектной деятельности .....	11
2.1 Виды обеспечения автоматизированного проектирования .....	11
2.2 Понятия о CAD/CAE/CAM системах и CALS технологиях. ....	13
2.3. Электронные таблицы MS EXEL. ....	16
2.4. Контрольное задание .....	22
2.5. Представление графической информации в компьютере и способы ее обработки. ....	24
2.6. Система графического автоматизированного конструирования и проектирования AutoCAD - назначение и возможности системы.....	30
2.6.1. Справочная информация .....	30
2.6.2 Средства обеспечения точности геометрических построений.....	33
2.6.3 Команды рисования .....	37
1.3.7 Создание текстового стиля.....	41
2.6.4 Блоки.....	43
2.6.5 Команды редактирования .....	46
2.7. Общие сведения о САПР Компас 3D .....	47
2.8. Контрольное задание .....	57
3 Организация проектной деятельности для решения профессиональных задач ....	60

3.1 Общие вопросы проектирования. Единая система конструкторской документации. Область применения, структура и обозначение стандартов ЕСКД.....	60
3.2 Контрольные вопросы .....	64
3.3 Последовательность выполнения проектных работ. Правила и методики проектирования. Состав проектной документации. Разработка проектной документации.....	64
3.4. Контрольные вопросы .....	70
4 Организация выполнения и защиты выпускной квалификационной работы..	71
4.1 Преддипломная практика .....	71
4.2 Тематика ВКР .....	73
4.3 Задание на выпускную квалификационную работу .....	75
4.4 Документация к ВКР .....	75
4.5 Выполнение выпускной квалификационной работы .....	76
4.6 Защита выпускной квалификационной работы .....	76
4.6.1 Подготовка к защите .....	76
4.6.2 Процедура защиты .....	77
4.6.3 Оценка результатов защиты.....	78
4.6.4 Оглашение результатов защиты .....	79
4.7 Требования к оформлению пояснительной записки и чертежей .....	79
4.8 Контрольное задание .....	90
Литература.....	91

# **1 Введение в проектную деятельность. Теоретические основы проектной деятельности**

## **1.1 Определение проекта. Его основные характеристики и измерения**

Проект (от англ. *project* — то, что задумывается и планируется). В современной литературе по управлению проектами можно выделить два основных подхода к определению проекта: системный и деятельностный.

Системный подход определяет проект как систему временных действий, направленных на достижение неповторимого, но в то же время определенного результата. «Проект — временное предприятие для создания уникальных продуктов, услуг или результатов».

Системный подход к определению проекта предопределяет основные его характеристики. Проекты могут быть разнообразными и многоплановыми. Однако все они имеют следующие общие характеристики:

— разовость — все проекты представляют собой разовое явление. Они приходят и уходят, появляются и исчезают, оставляя после себя конкретные результаты, существенно отличаясь от наших повседневных обязанностей и деятельности;

— уникальность — нет двух одинаковых проектов. Каждый из них, независимо от его результатов, в своей основе имеет что-то неповторимое, характерное только для него;

— инновационность — в процессе реализации проекта всегда создается нечто новое. Изменения могут быть большими или маленькими;

— результативность — все проекты имеют вполне определенные результаты. Это может быть новый дом, напечатанная книга, модифицированная структура компании, победа на выборах. Все проекты нацелены на получение определенных результатов, иными словами, они направлены на достижение целей;

— временная локализация — все проекты ограничены четкими временными рамками. Проект — это создание чего-либо к установленному сроку, он имеет планируемую дату завершения, после которой команда проектантов распускается.

Все перечисленные характеристики взаимосвязаны и задают определенные рамки проекта, три его измерения, критерии, по которым можно оценить любой проект (рисунок 1.1).

Планирование и реализация проекта всегда связаны с тремя главными вопросами:

— сколько времени это займет;

— во сколько это обойдется;

— совпадет ли конечный результат с тем, что мы намечали вначале.

Первый вопрос выводит на первый план проблему временных рамок, установленных для реализации всего проекта и отдельных его этапов. Второй вопрос привлекает наше внимание к стоимости проекта, третий касается вопроса о результативности проектной деятельности.



Рисунок 1.1 Схема измерения проекта

Универсальность и многоаспектность проектной технологии детерминированы разноуровневыми многослойными взаимодействиями и измерениями проекта. Измерения проекта — цели, время, стоимость — являются одновременно ограничениями проекта, задающими систему координат, в которой работает проектант. Сверхзадача — найти оптимальное соотношение этих трех ограничений проекта, с которыми неразрывно связаны интересы участников проекта. В данном смысле сверхзадача трансформируется в соблюдение баланса интересов; как таковые ограничения становятся «фоном», «вторым планом» действия в проекте, заглавная роль в котором принадлежит именно интересам. С точки зрения измерений и интересов могут быть исследованы все подсистемы проекта.

Второй подход — деятельностный — трактует проект как деятельность субъекта по переводу объекта из наличного состояния в состояние желаемого будущего, которое наиболее полно отвечает его представлениям. Таким образом, проект в самом широком смысле может пониматься как творческая, разумная, целеполагающая деятельность субъекта.

Сущность любого проекта заключается в деятельности. Принимая во внимание определения проекта, можно дать определение проектной деятельности, или проектированию. Термин «проектирование» происходит от латинского *projectus* — проекция, брошенный вперед. Проекция — это перенос социальной субъективности настоящего в будущее. Возможность проекции обусловлена специфической способностью человека к опережающему отражению и разумному, сознательному целеполаганию. Социальная проекция — это перенос на будущее своих чувств, предпочтений, желаний, идей. Таким образом, проектирование — это процесс создания прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта или состояния. Проектант как бы выбирает из множества путей, версий развития объекта именно ту, которая в максимальной степени соответствует шкале его ценностей, предпочтений, замыслов. Проектная деятельность носит двойственный характер. С одной стороны, это деятельность идеальная, поскольку она связана с планированием будущего, промышлением того, что должно быть. С другой стороны, проектная деятельность — это деятельность технологическая, так как она отражает процессы реализации того, что задумано.

Для того чтобы точно осмыслить суть проектирования, необходимо соотнести его с понятиями, близкими по смыслу и значению, такими как прогнозирование, планирование, конструирование.

*Прогнозирование* — форма предвидения, предположительная оценка будущего состояния объекта, условий его возникновения. Предвидение осуществляется с помощью методов экстраполяции, моделирования, экспертизы. Прогноз служит основой для формулировки целей развития и стратегии их достижения. Любое проектирование, связанное с промышлением будущего, так или иначе включает в себя элементы прогнозирования будущего состояния объекта.

*Планирование* — это научное и практическое обоснование определения целей, выявление задач, сроков, темпов, пропорций развития того или иного явления, его реализация. План имеет детально прописанные цели, способы деятельности, результаты. Для современного менеджера и бизнесмена проект — это средство планирования и определения основных направлений оптимального использования ресурсов организации. В основе планирования всегда лежит некая программа действий, включающая в себя совокупность концептуальных целевых установок. В этом отличие программы и проекта. Программа лишь обозначает, прорабатывает необходимый набор, комплекс необходимых направлений деятельности, обозначает желаемые конечные цели и результаты, эффективность достижения этих целей. Проект же, в отличие от программы, точно рассчитывает способы развертывания деятельности по реализации программных целей в пространственно-временном континууме, детально обозначая как мелкие промежуточные цели (суммарные задачи), так и реальные действия (сами задачи). Именно эта точная проработка конечных действий, необходимых для достижения основных целевых установок программы, позволяет с высокой степенью точности запланировать и спрогнозировать все параметры деятельности по реализации программы: сроки, материальные и нематериальные ресурсы, способы коммуникации и т. д. Можно сказать, что проект — это дальнейшая детализация, углубление и конкретизация программных установок.

*Конструирование* — это интеллектуальная деятельность, состоящая в целенаправленном построении в идеальной форме какого-либо объекта. Оно осуществляется посредством мысленного комбинирования различных факторов, их подбора и связывания в новый объект. В зависимости от видения будущего проектант корректирует настоящее, внедряет какие-то инновации, конструируя желаемое состояние.

Проектирование помимо конструирования, прогнозирования, планирования, моделирования тесно связано и с технологией реализации проекта. Социальный проект должен иметь продуманное инструментальное обеспечение. Это позволяет избежать превращения проектов в утопии, подмены их социальными манифестациями или социальными фантазиями, прожекетами.

## **1.2 Элементы проектной деятельности**

Основными элементами проектной деятельности являются субъект и объект проектирования, его цель, технология (как совокупность операций), средства, методы и условия проектирования.

**Субъектом** проектирования —отдельные личности или организации, коллективы, социальные институты, ставящие своей целью преобразование действительности.

Кроме субъектов проектирования, участниками разработки и реализации содержательной части проектов (особенно на этапе его внедрения) могут быть:

- государственные и негосударственные организации, научные и экспертные советы, способные взять на себя ответственность за разработку, обоснование, экспертизу проектов, способные привлечь внимание населения, СМИ к проектам;
- общественность, группирующаяся вокруг конкретных программ, проектов.

**Объектами** проектирования могут быть:

— объекты материальной природы (например, объектом проектирования может быть строительство нового административного здания или создание нового компьютера); в результате реализации проекта появляется новый объект, вещь, предмет; вместе с тем проектироваться могут новые свойства — назначения и функции старой вещи; подобные объекты чаще связаны с техническим проектированием;

— нематериальные (невещные) свойства и отношения (например, есть такие проекты, которые направлены не на достижение материального результата, а на получение информации о клиентах, изменение нашего отношения к той или иной проблеме). Такие проекты называются «проектами влияния». Примером служат:

— рекламные кампании;

— процессы (например, проектирование систем воздействия— идеологий, систем воспитания и т. д. В этих системах имеет значение и идейная конструкция — концепция и соответствующие инструменты внедрения идей в сознание людей. Здесь широкий простор для разработки соответствующих социальных технологий, проектирования новых каналов коммуникации, стандартных алгоритмизированных элементов деятельности и т. д.);

— услуги;

— организации и структурные подразделения (в рамках проектирования организаций реализуются замыслы разного масштаба — проектируются, например, учреждения социальной службы, отрасли производства, управления и т. д.);

— мероприятия (акции) (подготовка мероприятий может производиться с применением проектных методик. Это прежде всего относится к массовым мероприятиям — спортивным, праздничным, общественным и т. д.);

— законопроекты.

Каждый из выделенных объектов проектирования обладает определенной спецификой, определенными чертами. При проектировании важно выявить закономерности, характерные для данного типа объектов, применяя особые методики наряду с общими принципами и подходами.

Среди характеристик проектирования особое место занимают условия проектной деятельности или проектный фон. Это совокупность внешних по отношению к объекту проектирования условий, существенно влияющих на его функционирование и развитие. Речь идет о необходимости учета местных условий. Какие-то возможности, альтернативы могут быть реализованы, а какие-то нет — это за-

висит от местных условий, окружения проекта, внешних ограничений.

**Цель** проектирования — разработка определенного будущего состояния системы, процессов, отношений.

**Средства** — совокупность приемов и операций для достижения цели. В общем плане средства проектирования можно определить, как все то, при помощи чего, получается, анализируется информация о состоянии процессов и тенденций их развития. Сюда же относятся средства, при помощи которых ведется непосредственное проектирование, создаются словесные описания, таблицы, схемы, сети взаимодействий.

**Методы** — это пути и способы достижения целей и решения задач. В практике проектирования наиболее часто используются такие методы, как мозговой штурм, экспертная оценка, метод аналогий, сетевое планирование, календарное планирование, структурная декомпозиция, имитационное моделирование, ресурсное планирование и т. д.

В рамках проекта методы и средства конкретизируются совокупностью планируемых мероприятий. Практические мероприятия определяют направления, формы и содержание деятельности, привлекают дополнительные ресурсы, необходимые для реализации целей каждого этапа. Мероприятия могут быть направлены непосредственно на решение проблемы, а могут быть необходимы для их финансового обеспечения (аукционы, платные услуги), для формирования благоприятного общественного мнения населения через СМИ

### 1.3 Классификация проектов

Методы управления проектами зависят от масштаба проекта, сроков реализации, качества, ограниченности ресурсов, места и условий реализации. Все названные факторы являются основанием для выделения различных типов проектов, их классификации:

1) по масштабу — микропроект, малый, средний, мегапроект:

— микропроект — это чаще всего форма представления индивидуальной инициативы, получившей признание окружающих. Микропроект делается для себя и своих. Он может не требовать внешнего финансирования, специального оборудования, может создаваться из подручных средств;

— малые проекты невелики по масштабу, просты и ограничены объемами. Так, в американской практике малые проекты связаны с объемом капиталовложений в размере 10–15 млн. долл., трудозатратами до 40–50 тыс. чел. Типичный пример малого проекта — модернизация действующих производств. Специфика малых проектов состоит в том, что они допускают некоторое упрощение в процедуре проектирования и реализации (простой график, руководитель — одно лицо, необязательно создание команды проекта и т. д.);

— средние проекты наиболее распространены в практике. Они имеют сравнительно небольшую длительность — 2–5 лет, требуют более тщательной проработки всех подсистем проекта и предполагают более значительные затраты;

— мегапроекты — это целевые программы, содержащие множество взаимосвязанных проектов, объединенных общей целью выделенными ресурсами, отпу-

щенным временем. Мегапроекты обладают высокой стоимостью — до 1 млрд. долл., трудоемкостью — до 2 млн. чел., длительностью реализации — 5–7 лет;

2) по сложности — простой, организационно сложный, технически сложный, ресурсно сложный, комплексно сложный;

по срокам реализации — краткосрочный, средний и долгосрочный. Краткосрочные проекты требуют для своей реализации примерно год, максимум два, краткосрочные проекты обычно реализуются на предприятиях по производству новинок различного рода, опытных установках, восстановительных работах. Коммерческие проекты часто реализуются как краткосрочные. Среднесрочные проекты осуществляются за 3–5 лет. Длительность осуществления долгосрочных проектов 10–15 лет;

по требованиям к качеству и способам его обеспечения — бездефектный, модульный, стандартный. Бездефектные проекты направлены на повышение качества продукции или услуг; модульные — на обеспечение качества по какому-либо определенному направлению;

по уровню участников — международный, отечественный, государственный, территориальный, местный;

по характеру проектируемых изменений проекты делятся на инновационные и поддерживающие (реанимационные, реставрационные). Задача инновационных проектов — внедрение принципиально новых разработок. Основная цель поддерживающих проектов — сохранить *status quo*. Поддерживающие проекты, в свою очередь, можно разделить на антикризисный, чрезвычайный, проект реформирования, проект реструктуризации;

по сферам и направлениям деятельности — строительный, инженеринговый, финансовый, исследовательский (маркетинговый), технический, технико-экономический, консалтинговый, научно-технический, экологический, социальный, политический и т. д.;

по особенностям финансирования — инвестиционные (основной мотив инвестора — получение прибыли), спонсорские - спонсор предоставляет средства на поддержку проекта, если это может стать формой его рекламы или презентации, сформировать образ фирмы), кредитные (получение финансовых средств возможно только при условии предоставления гарантий кредитному учреждению, поэтому кредитный проект предполагает развернутое финансово-экономическое обоснование), бюджетные (источники финансирования — бюджеты различных уровней), благотворительные (как правило, это бездоходные и затратные проекты, финансирование таких проектов имеет форму меценатства, грантовую форму);

по затрачиваемым ресурсам и получаемой прибыли — коммерческий (получение прибыли), социальный (достижение социальных целей). По признаку преобладающей направленности социальные проекты могут быть: информационно-просветительскими, обучающими, реабилитационными (психологическая, социально-психологическая, трудовая реабилитация), физкультурно-оздоровительными, художественно-творческими, культурными;

## 2 Обеспечение проектной деятельности

### 2.1 Виды обеспечения автоматизированного проектирования

Обеспечение САПР имеет несколько видов: математическое, программное, информационное, техническое, лингвистическое, методическое, организационное.

**1. Математическое обеспечение (МО)** включает в себя алгоритмы, по которым разрабатывается программное обеспечение; функциональные модели проектируемых объектов; методы численного решения задач; методы поиска экстремума. МО САПР делится на:

- математические методы и построение на их основе математических моделей объектов проектирования;
- формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.

МО должно описывать во взаимосвязи объект, процесс и средства автоматизации проектирования.

**2. Программное обеспечение (ПО)** – это совокупность всех программ и эксплуатационной документации к ним, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования. ПО делится на общесистемное и специальное (прикладное).

*Общесистемное ПО* создано для организации функционирования технических средств, т.е. планирования и управления вычислительным процессом, распределения имеющихся ресурсов. Общесистемное ПО близко по назначению к операционным системам.

*Специальное ПО* реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур.

Специальное ПО, или прикладное ПО, имеет форму ППП.

Уровни программного обеспечения: машинный код, язык Ассемблера, языки высокого уровня (рис. 2.1).

**3. Информационное обеспечение САПР (ИО)**– это такие данные, которыми пользуется проектировщик в процессе проектирования для выработки проектного решения. Это справочные данные о комплектующих изделиях, типовых проектных решениях, параметрах элементов, сведения о состоянии текущих разработок в виде промежуточных и окончательных проектных решений, структур и параметров проектируемых объектов. Совокупность данных, используемых в САПР, составляет информационный фонд. Основная функция ИО – это ведение фонда, обновление, сохранение и организация доступа к данным.

В состав ИО САПР входят:

- программные модули;
- исходные и результирующие данные для программных модулей;
- нормативно-справочная проектная документация, государственные и отраслевые стандарты, руководящие материалы и указания, типовые проектные решения, текущая проектная документация, отражающая ход и состояние выполнения проекта.

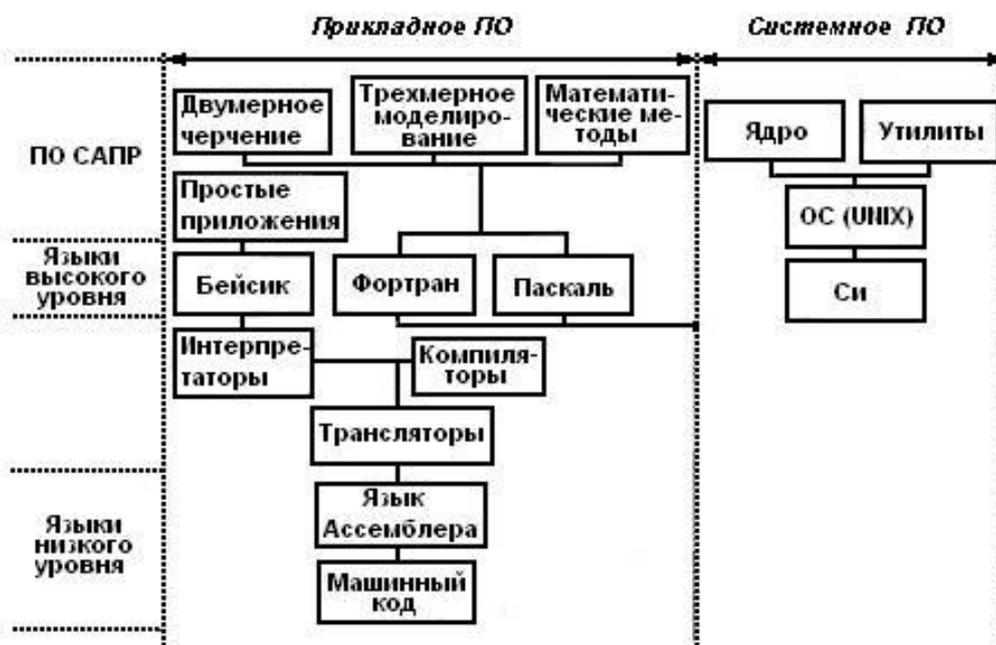


Рисунок 2.1. Иерархическая структура ПО

Различают следующие способы ведения ИО САПР:

- использование файловой системы;
- построение библиотек;
- использование БД;
- создание информационных программ адаптеров.

Применение файловой системы и построение библиотек широко распространено, так как поддерживается средствами операционной системы. Эти способы применяют при хранении программных модулей, диалоговых сценариев поддержки процесса проектирования, вводе крупных масштабов исходных данных, хранении текстовых документов. Однако они мало пригодны при оперативной обработке справочных данных.

Лингвистические средства системы управления базами данных изменяются от языков программирования до языков, ориентированных на конкретного пользователя.

Основные функции СУБД:

- создание схемы базы данных;
- организация хранения данных;
- защита целостности БД;
- поддержание загрузки БД;
- предоставление пользователям доступа к БД.

Создание информационных программ адаптеров – для организации межмодульного интерфейса. В САПР, программы которых оперируют с большим числом данных (входных, промежуточных, результирующих), области обмена удобно организовать в виде некоторого банка данных. Это позволяет часть функций, выполняемых адаптером, возложить на СУБД, что в итоге сокращает время на разработку информационного и программного обеспечения. Адаптер

выполняет совокупность операций по организации информационного взаимодействия между программными модулями.

4. **Техническое обеспечение САПР.** Традиционное проектирование занимает 15% вычислительных операций. Для САПР необходимы специализированные средства, в основном это автоматизированное рабочее место (АРМ). АРМ – для решения сложных проектных задач в автономном режиме (для трех- и двухмерного представления объектов проектирования), инвариантные к различным видам объектов проектирования и для решения типовых инженерных, конструкторских и технологических задач.

5. **Лингвистическое обеспечение САПР**, основу которого составляют специальные языковые средства (языки проектирования), предназначенные для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений. Проблемно-ориентированные языки – это Фортран, Си и др. Для решения геометрических задач инженерного типа ПОЯ соединяют в себе средства алгоритмического языка для решения математических задач и специальные языковые средства моделирования геометрических объектов. Создаются ПОЯ по соответствующим областям применения (строительство, электроника и т.д.). Но чрезмерное разнообразие языков затрудняет обмен средствами САПР между предприятиями. Развитие гибких производственных систем требует тщательного решения вопросов по составу лингвистического обеспечения.

6. **Методическое обеспечение САПР** – это входящие в ее состав документы, регламентирующие порядок эксплуатации системы, носящие характер инструкций.

7. **Организационное обеспечение САПР** – положения, приказы, штатное расписание, квалификационные требования, регламентирующие организационную структуру подразделений с комплексом средств автоматизированного проектирования.

## 2.2 Понятия о САД/САЕ/САМ системах и CALS технологиях

**САД-системы** (computer-aided design – компьютерная поддержка проектирования) предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно они именуются системами автоматизированного проектирования САПР). Как правило, в современные САД-системы входят модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.). Ведущие трехмерные САД-системы позволяют реализовать идею сквозного цикла подготовки и производства сложных промышленных изделий.

**САМ-системы** (computer-aided manufacturing – компьютерная поддержка изготовления) предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, эрозионных, пробивных, токарных, шлифовальных и др.). САМ-системы еще называют системами технологической подготовки производства. В настоящее время они являются практически един-

ственным способом для изготовления сложнопрофильных деталей и сокращения цикла их производства. В САМ-системах используется трехмерная модель детали, созданная в САД-системе.

**САЕ-системы** (computer-aided engineering – поддержка инженерных расчетов) представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность, анализа и моделирования тепловых процессов до расчетов гидравлических систем и машин, расчетов процессов литья. В САЕ-системах также используется трехмерная модель изделия, созданная в САД-системе. САЕ-системы еще называют системами инженерного анализа.

### **Общая классификация САД/САМ/САЕ-систем**

За почти 30-летний период существования САД/САМ/САЕ-систем сложилась их общепринятая международная классификация:

- чертежно-ориентированные системы, которые появились первыми в 70-е гг. (и успешно применяются в некоторых случаях до сих пор);

- системы, позволяющие создавать трехмерную электронную модель объекта, которая дает возможность решения задач его моделирования вплоть до момента изготовления;

- системы, поддерживающие концепцию полного электронного описания объекта (EPD, Electronic Product Definition). EPD – это технология, которая обеспечивает разработку и поддержку электронной информационной модели на протяжении всего жизненного цикла изделия, включая маркетинг, концептуальное и рабочее проектирование, технологическую подготовку, производство, эксплуатацию, ремонт и утилизацию. Вследствие разработки EPD-концепции и появились основания для превращения автономных САД-, САМ- и САЕ-систем в интегрированные САД/САМ/САЕ-системы.

Традиционно существует также деление САД/САМ/САЕ-систем на системы верхнего, среднего и нижнего уровней. Следует отметить, что это деление является достаточно условным, т.к. сейчас наблюдается тенденция приближения систем среднего уровня (по различным параметрам) к системам верхнего уровня, а системы нижнего уровня все чаще перестают быть просто двумерными чертежно-ориентированными и становятся трехмерными.

В настоящее время на рынке широко используются два типа твердотельного геометрических ядра – Parasolid от фирмы Unigraphics Solutions и ACIS от Spatial Technology.

## **Российские САПР**

**КОМПАС 3D** (АСКОН)

**T-FLEX CAD 3D** (Топ Системы) – Parasolid

**САПР «Сударушка»** — САД/САМ/САЕ система. Является развитием системы ГЕМОС (геометрическое моделирование обводов самолета), разработанной специалистами Российской авиационной промышленности в ОКБ им. А. С. Яковлева в 1989—1994 годах.

**ADEM** (Россия, Израиль, Германия) — САПР для конструкторско-

технологической подготовки и станков с ЧПУ. Основным продуктом является интегрированная CAD/CAM/CAPP система ADEM VX. Название расшифровывается как "автоматизированное проектирование, расчет и изготовление" (Automated Design, Engineering, Manufacturing); adem.ru. – ACIS

**WinELSO 7** – предназначена для автоматизации работ при проектировании электроснабжения объектов на все напряжения 3-фазного, 1-фазного переменного и постоянного токов (Русская Промышленная Компания – авторизованный разработчик приложений под продукты Autodesk (Autodesk Developer Network)); winelso.ru.

**Эксперт-СКС** (Эксперт-Софт, Москва) — САПР для автоматизации на всех этапах проектирования структурированных кабельных систем, ВОЛС, ЛВС, линейных и магистральных сетей; expertsoft.ru.

**Также существуют бесплатные САПР с открытыми исходным кодом. САПР не российских производителей**

**Dassault Systèmes, Франция:**

– **CATIA** — САПР для аэрокосмической промышленности;

– **SolidWorks** – универсальная САПР для машиностроения, Parasolid.

**MathCAD** (Mathsoft, сейчас – Parametric Technology Corp.) — математическое моделирование.

**P-CAD** (Altium, Сидней, Австралия) — САПР для проектирования электронных устройств.

**Pro/Engineer** (Parametric Technology Corp.) — универсальная САПР для машиностроения. Parasolid

**SolidEdge** (UGS – Siemens PLM Software) — 2D/3D CAD-система.

**Autodesk Inc.:**

– **AutoCAD** — самая распространённая САПР не российского производства. – – **Autodesk Inventor** — система трехмерного твердотельного проектирования для разработки сложных машиностроительных изделий – ACIS

Разделение на уровни условно, в основном зависит от функциональных возможностей и, следовательно, определяется ценой за рабочее место.

Системы низкого уровня к САПР никакого отношения не имеют. Это графические редакторы, предназначенные для автоматизации инженерно-графических работ, совместно с компьютером и монитором представляют собой "электронный кульман", то есть хороший инструмент для выполнения конструкторской документации. Эти системы называют двухмерными.

Общее название систем первого и второго уровней – трехмерные системы. Проектирование происходит на уровне твердотельных моделей с привлечением мощных конструкторско-технологических библиотек, с использованием современного математического аппарата для проведения необходимых расчетов. Эти системы позволяют с помощью средств анимации имитировать перемещение в пространстве рабочих органов изделия (например, манипуляторов роботов). Они отслеживают траекторию движения инструмента при разработке и контроле технологического процесса изготовления спроектированного изделия. Такие системы называются САПР/АСТПП (Системы Автоматизированного Проектирования/ Автоматизированные Системы Технологической Подго-

товки Производства), иначе говоря – сквозные САПР (CAD/CAM/CAE).

Системы CAD/CAM/CAE позволяют в масштабе целого предприятия логически связывать всю информацию об изделии, обеспечивать быструю обработку и доступ к ней пользователей, работающих в разнородных системах.

Создаваемая системой модель основана на интеграции данных и представляет собой полное электронное описание изделия, где присутствуют конструкторская, технологическая, производственная и др. базы данных по изделию. Это обеспечивает значительное улучшение качества, снижение себестоимости и сокращение сроков выпуска изделия на рынок.

Для проектирования систем электроснабжения (СЭ) возможно применение САПР из других отраслей производства, но специфические особенности систем электроснабжения как сложных технических систем требуют несколько другого подхода в проектировании.

Существующие системы проектирования СЭ, использующие вычислительную технику, ориентированы в основном на автоматизацию отдельных процедур или этапов процесса проектирования. Опыт показывает, что проще и эффективнее обучить специалистов по электроснабжению одной новой дисциплине – аппаратным и программным средствам вычислительной техники и САПР, чем специалистам-разработчикам САПР и программного обеспечения овладеть многими электротехническими дисциплинами, которые даются инженерам-электромеханикам. При изучении дисциплины "САПР электроснабжения" подразумевается знание курсов электротехнических дисциплин, а также умение работать с ЭВМ на уровне пользователя.

### **2.3 Электронные таблицы MS EXCEL**

Для представления данных в удобном виде используют таблицы. Компьютер позволяет представлять их в электронной форме, а это дает возможность не только отображать, но и обрабатывать данные. Класс программ, используемых для этой цели, называется *электронными таблицами (ЭТ)*.

Идея создания ЭТ возникла у студента Гарвардского университета (США) Дена Бриклина в 1979г. Выполняя вычисления экономического характера с помощью бухгалтерской книги, он и его друг, который разбирался в программировании, разработали первую программу электронной таблицы, названную ими VisiCalc.

VisiCalc скоро стала одной из наиболее успешных программ. Первоначально она предназначалась для компьютеров типа Apple II, но потом была трансформирована для всех типов компьютеров. В скоро появившихся электронных таблицах-аналогах (например, SuperCalc) основные идеи VisiCalc были многократно усовершенствованы.

Новый существенный шаг в развитии электронных таблиц - появление в 1982г. на рынке программных средств Lotus 1-2-3. Lotus был первым табличным процессором, интегрировавшим в своем составе, помимо обычных инструментов, графику и возможность работы с системами управления базами данных.

Следующий шаг - появление в 1987г. табличного процессора Excel фир-

мы Microsoft. Эта программа предложила более простой графический интерфейс в комбинации с ниспадающими меню, значительно расширив при этом функциональные возможности пакета и повысив качество выходной информации. Разработчикам Excel удалось найти золотую середину, максимально облегчив пользователю освоение программы и работу с ней. Благодаря этому Excel быстро завоевала популярность среди широкого круга пользователей. В настоящее время, несмотря на выпуск компанией Lotus новой версии ЭТ, в которой использована трехмерная таблица с улучшенными возможностями, Excel занимает ведущее место на рынке табличных процессоров.

Особенность электронных таблиц заключается в возможности применения формул для описания связи между значениями различных ячеек. Расчет по заданным формулам выполняется автоматически. Изменение содержимого какой-либо ячейки приводит к пересчету значений всех ячеек, которые с ней связаны формульными отношениями и, тем самым, к обновлению всей таблицы в соответствии с изменившимися данными.

Электронные таблицы применяют для:

- упрощения работы с данными;
- получения результатов без проведения расчетов вручную или специального программирования;
- проведения однотипных расчетов над большими наборами данных;
- автоматизации итоговых вычислений;
- решения задач путем подбора значений параметров, табулирования формул;
- обработки результатов экспериментов;
- проведения поиска оптимальных значений параметров;
- подготовки табличных документов;
- построения диаграмм и графиков по имеющимся данным.

### **Электронные таблицы Microsoft Excel**

Окно программы Excel имеет заголовок, на котором расположены кнопки, управляющие положением и размерами окна на экране. Взаимодействие пользователя с программой Excel осуществляется через главное меню, панели инструментов, строку ввода, строку состояния (рис.1).

С помощью меню команд и панелей инструментов пользователь управляет работой табличного процессора. Панели инструментов представляют собой наборы пиктограмм. Чтобы узнать назначение любого инструмента, достаточно установить указатель мыши на соответствующую пиктограмму, и на экране появится подсказка.

Строка формул разбита на три части. Первая часть содержит адрес текущей ячейки. Третью часть панели формул можно назвать строкой ввода и редактирования. Здесь высвечивается содержимое текущей ячейки и набираются данные, предназначенные для ввода в текущую ячейку. Средняя часть панели формул состоит из трех кнопок, которые появляются только при вводе и редактировании данных.

Строка состояния содержит индикатор состояния табличного процессора или расшифровку текущей команды меню, используемого инструмента. Могут быть следующие состояния табличного процессора: “Готов” - ожидание набора данных или команд; “Ввод” - ввод данных; “Правка” - редактирование данных.

Пользователь имеет возможность изменить вид экрана табличного процессора в соответствии со своими потребностями. Можно отключить панель формул, если не предполагается редактирование и ввод новых данных. Если вы обладаете достаточным опытом работы с программой Excel и не нуждаетесь в указании текущих режимов работы табличного процессора, расшифровке команд меню, подсказке о предназначении инструментов, то можно отказаться от строки состояния. Можно отключить или выбрать другие панели инструментов. Такие изменения производятся с помощью команды *Вид* из меню команд.

Изменение размеров окна документа и перемещение окон производится согласно правилам, принятым в среде Windows.

Документ Excel называется *рабочей книгой*. Рабочая книга представляет собой набор *рабочих листов*, каждый из которых имеет табличную структуру и может содержать одну или несколько таблиц. В окне документа в программе Excel отображается только *текущий* рабочий лист, с которым и ведется работа.

Каждый рабочий лист имеет *название*, которое отображается на *ярлычке листа*, расположенном в его нижней части. С помощью ярлычков можно переключаться к другим рабочим листам, входящим в ту же самую рабочую книгу. Чтобы переименовать рабочий лист, надо дважды щелкнуть на его ярлычке.

Рабочий лист состоит из *строк* и *столбцов*. Имена строк - это их номера. Имена столбцов - это буквы латинского алфавита. Столбцы озаглавлены прописными латинскими буквами и, далее, двухбуквенными комбинациями. Всего рабочий лист может содержать до 256 столбцов, пронумерованных от A до ZZ. Строки последовательно нумеруются цифрами, от 1 до 65536 (максимально допустимый номер строки).

Пересечение строки и столбца образует ячейку таблицы, имеющую свой уникальный адрес. Для указания адресов ячеек в формулах используются ссылки. *Ячейка* - область, определяемая пересечением столбца и строки *ЭТ*. *Адрес ячейки* - определяется названием столбца и номером строки.

*Ссылка* - способ указания адреса ячейки.

*Блок ячеек (диапазон ячеек)*- группа последовательных ячеек. Блок ячеек может состоять из одной ячейки, строки, столбца, а также последовательности строк или столбцов. Наиболее часто используют прямоугольные диапазоны, образующиеся на пересечении группы последовательно идущих строк и группы последовательно идущих столбцов. Диапазон ячеек обозначают, указывая через двоеточие номера ячеек, расположенных в противоположных углах прямоугольника, например, A1:C15.

## Типы данных

Отдельная ячейка может содержать данные, относящиеся к одному из типов или оставаться пустой. Программа Excel при сохранении рабочей книги за-

писывает в файл только прямоугольную область рабочих листов, примыкающую к левому верхнему углу (ячейка A1) и содержащую все заполненные ячейки.

В каждую ячейку пользователь может внести данные только одного из следующих возможных видов:

- *Символьные (текстовые) данные* имеют описательный характер. Они могут включать в себя алфавитные, числовые и специальные символы.

- *Числовые данные* не могут содержать алфавитных и специальных символов. Единственным исключением является десятичная точка и знак числа.

- *Формулы*. Ячейка с таким типом данных отображает результат формулы (правила подсчета), а сама формула видна в строке ввода.

- *Функции*. Функция представляет собой программу с уникальным именем, для которой пользователь должен задать конкретные значения аргументов функций, стоящих в скобках после ее имени.

- *Даты*. Особым типом входных данных являются даты. Этот тип данных обеспечивает выполнение таких функций, как добавление к дате числа (пересчет даты вперед и назад) или вычисление разности двух дат (длительности периода).

Тип данных, размещаемых в ячейке, определяется автоматически при вводе. Если эти данные можно интерпретировать как число, программа Excel так и делает. В противном случае данные рассматриваются как текст. Ввод формулы всегда начинается символа «=» (знака равенства).

## **Использование формул**

Вычисления в таблицах программы Excel осуществляются при помощи *формул*. Ввод формулы всегда начинается со знака "=". Формула может содержать числовые константы, ссылки на ячейки и функции Excel, соединенные знаками математических операций. Скобки позволяют изменять стандартный порядок выполнения действий. Если ячейка содержит формулу, то на рабочем листе отображается текущий результат вычисления этой формулы. Если сделать ячейку текущей, то сама формула отображается в строке ввода.

Правило использования формул в программе Excel состоит в том, что, *если значение ячейки действительно зависит от других ячеек таблицы, всегда следует использовать формулу, даже если операцию легко можно выполнить в «уме»*. Это гарантирует, что последующее редактирование таблицы не нарушит ее целостности и правильности производимых в ней вычислений.

Формула может содержать ссылки, то есть адреса ячеек, содержимое которых используется в вычислениях. Это означает, что результат вычисления формулы зависит от числа, находящегося в другой ячейке. Ячейка, содержащая формулу, таким образом, является *зависимой*. Значение, отображаемое в ячейке с формулой, пересчитывается при изменении значения ячейки, на которую указывает ссылка.

Ссылку на ячейку можно задать разными способами. Во-первых, адрес ячейки можно ввести вручную. Другой способ состоит в щелчке на нужной ячейке или выборе диапазона, адрес которого требуется ввести. Ячейка или диапазон при этом выделяются пунктирной рамкой.

Все диалоговые окна программы Excel, которые требуют указания номеров или диапазонов ячеек, содержат кнопки, присоединенные к соответствующим полям. При щелчке на такой кнопке диалоговое окно сворачивается до минимально возможного размера, что облегчает выбор нужной ячейки (диапазона) с помощью щелчка или протягивания.

Для редактирования формулы следует дважды щелкнуть на соответствующей ячейке. При этом ячейки (диапазоны), от которых зависит значение формулы, выделяются на рабочем листе цветными рамками, а сами ссылки отображаются в ячейке и в строке формул тем же цветом. Это облегчает редактирование и проверку правильности формул.

По умолчанию, ссылки на ячейки в формулах рассматриваются как *относительные*. Это означает, что при копировании формулы, адреса в ссылках автоматически изменяются в соответствии с относительным расположением исходной ячейки и создаваемой копии. Например, пусть в ячейках A1 и A2 находятся данные (рис. 2), сумма этих чисел равна 11 и записана в ячейке B3. Теперь перекопируем эту формулу (выделена жирным шрифтом) в ячейку B4. Воспользуемся правилом относительной адресации, первый компонент суммы находился на две ячейки выше и одну правее результата, следовательно, после копирования роль первого компонента в формуле будет играть ячейка A2, а второго – A3. Перекопируем формулу-источник в ячейку C5, компоненты примут значения ячеек B3 (на две ячейки выше и одну правее результата) и B4 (на одну ячейку выше и одну правее результата).

При *абсолютной адресации* адреса ссылок при копировании не изменяются, так что ячейка, на которую указывает ссылка, рассматривается как *нетабличная*. Для изменения способа адресации при редактировании формулы надо выделить ссылку на ячейку и нажать клавишу F4. Элементы номера ячейки, использующие абсолютную адресацию, предваряются символом \$. Например, при последовательных нажатиях клавиши F4 номер ячейки A1 будет записываться как A1, \$A\$1, A\$1 и \$A1. В двух последних случаях один из компонентов номера ячейки рассматривается как абсолютный, а другой — как относительный.

## **Правила копирования формул**

Для эффективной работы с электронными таблицами можно придерживаться следующих правил:

1. Для ускорения заполнения электронной таблицы в ней надо определить ячейки, в которых будут находиться однотипные формулы.

2. Для ввода однотипных формул достаточно ввести только одну формулу-оригинал, в которой с помощью относительной или абсолютной адресации указать полностью или частично изменяемые ссылки. Такая исходная формула представляет собой образец (шаблон), указывающий местоположение в таблице входных данных (ссылок) — операндов этой формулы относительно любого текущего местоположения ячейки, в которой хранится формула (первоначально введенная или затем скопированная).

3. После ввода исходной формулы-оригинала для заполнения других яче-

ек однотипными формулами необходимо скопировать ее в эти ячейки. При копировании формул действует правило относительной ориентации ячеек, благодаря которому обеспечивается автоматическая настройка адресов ссылок во всех формулах-копиях. Для запрета автоматического изменения (настройки) адресов ссылок в формулах-копиях используют абсолютные ссылки в формулах-оригиналах.

### **Автоматизация ввода**

Так как таблицы часто содержат повторяющиеся или однотипные данные, программа Excel содержит средства автоматизации ввода. К числу предоставляемых средств относятся: *автозавершение*, *автозаполнение числами* и *автозаполнение формулами*.

**Автозавершение.** Для автоматизации ввода текстовых данных используется метод *автозавершения*. Его применяют при вводе в ячейки одного столбца рабочего листа текстовых строк, среди которых есть повторяющиеся. В ходе ввода текстовых данных в очередную ячейку программа Excel проверяет соответствие введенных символов строкам, имеющимся в этом столбце выше. Если обнаружено однозначное совпадение, введенный текст автоматически дополняется. Нажатие клавиши ENTER подтверждает операцию автозавершения, в противном случае ввод можно продолжать, не обращая внимания на предлагаемый вариант.

Можно прервать работу средства автозавершения, оставив в столбце пустую ячейку. И наоборот, чтобы использовать возможности средства автозавершения, заполненные ячейки должны идти подряд, без промежутков между ними.

**Автозаполнение числами.** При работе с числами используется метод *автозаполнения*. В правом нижнем углу рамки текущей ячейки имеется черный квадратик – *маркер заполнения*. При наведении на него указатель мыши (он обычно имеет вид толстого белого креста) приобретает форму тонкого черного крестика. Перетаскивание маркера заполнения рассматривается как операция «размножения» содержимого ячейки в горизонтальном или вертикальном направлении.

Если ячейка содержит число (в том числе дату, денежную сумму), то при перетаскивании маркера происходит копирование ячеек или их заполнение арифметической прогрессией. Для выбора способа автозаполнения следует производить специальное перетаскивание с использованием правой кнопки мыши.

Пусть, например, ячейка A1 содержит число 1. Наведите указатель мыши на маркер заполнения, нажмите правую кнопку мыши, и перетащите маркер заполнения так, чтобы рамка охватила ячейки A1, B1 и C1, и отпустите кнопку мыши. Если теперь выбрать в открывшемся меню пункт *Копировать* ячейки, все ячейки будут содержать число 1. Если же выбрать пункт *Заполнить*, то в ячейках окажутся числа 1,2 и так далее.

Чтобы точно сформулировать условия заполнения ячеек, следует дать

команду *Правка > Заполнить > Прогрессия*. В открывшемся диалоговом окне *Прогрессия* выбирается тип прогрессии, величина шага и предельное значение. После щелчка кнопке *ОК* программа Excel автоматически заполняет ячейки в соответствии с заданными правилами.

**Автозаполнение формулами.** Эта операция выполняется так же, как автозаполнение числами. Ее особенность заключается в необходимости копирования ссылок на другие ячейки. В ходе автозаполнения во внимание принимается характер ссылок в формуле: относительные ссылки изменяются в соответствии с относительным расположением копии и оригинала, абсолютные остаются без изменений.

Для примера предположим, что значения в третьем столбце рабочего листа (столбце С) вычисляются как суммы значений в соответствующих ячейках столбцов А и В. Введем в ячейку С1 формулу  $=A1+B1$ . Теперь скопируем эту формулу методом автозаполнения во все ячейки третьего столбца таблицы. Благодаря относительной адресации формула будет правильной для всех ячеек данного столбца.

## 2.4. Контрольное задание

Для схемы сети на рисунке 2.2 рассчитайте токи на участках линий, а также мощность и коэффициент мощности на участках 7, 8, 9.

Сеть трехфазная напряжением 380 В. Характеристики потребителей согласно варианта указаны в таблице. Вычисления проводите в MS EXCEL.

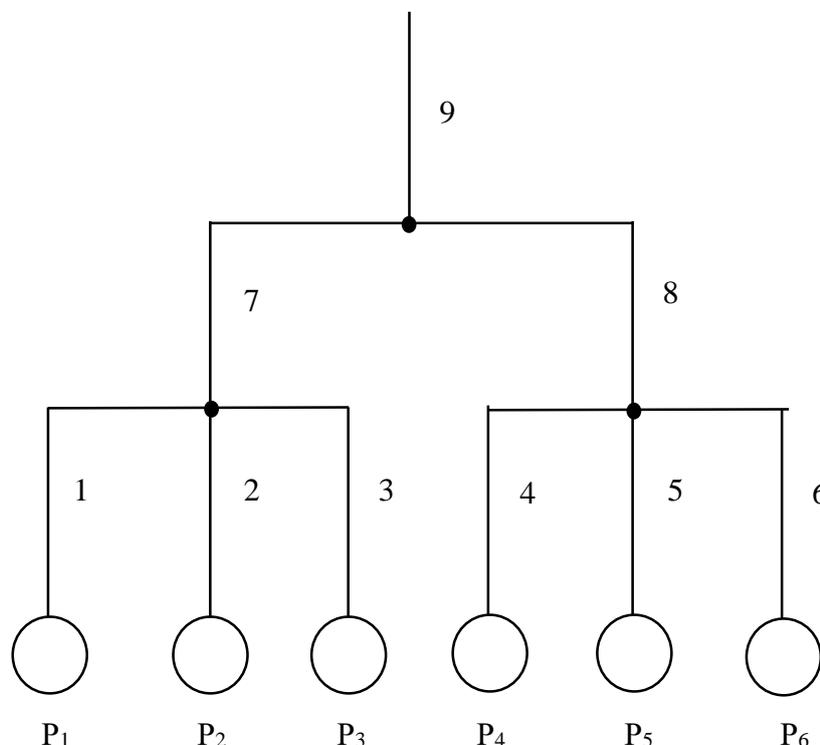


Рисунок 2.2 Схема распределительной сети

## Исходные данные

№ вар.	$P_1$ кВт	$P_2$ кВт	$P_3$ кВт	$P_4$ кВт	$P_5$ кВт	$P_6$ кВт	$\cos\varphi_1$	$\cos\varphi_2$	$\cos\varphi_3$	$\cos\varphi_4$	$\cos\varphi_5$	$\cos\varphi_6$
1	16,1	14,3	7,3	2,2	21,3	9,2	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8
2	3,8	14,0	2,7	4,0	18,5	3,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
3	12,5	10,3	7,5	1,1	5,2	4,0	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
4	1,9	7,3	0,73	0,73	19,3	22	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6
5	19,0	7,5	4,0	2,2	13,0	5,5	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7
6	4,2	23,1	2,0	2,0	4,9	9,1	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7
7	13,3	12,0	2,2	1,1	4,9	8,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6
8	10,0	7,8	2,7	0,75	3,8	2,2	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
9	23,0	3,0	8,3	0,3	4,8	11,0	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8
10	9,3	10,0	3,2	0,75	5,5	18,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6
11	7,3	13,5	7,5	3,0	13,0	2,2	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8
12	14,5	7,5	3,0	0,75	3,5	18,3	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7
13	10,2	8,5	4,0	0,9	18,0	3,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7
14	8,4	12,6	7,7	3,0	18,5	7,3	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6
15	15,8	11,0	4,8	2,2	3,9	19,6	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8
16	19,6	17,3	3,7	4,3	11,0	9,3	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
17	18,1	14,0	7,3	2,5	16,0	21,0	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7
18	13,0	19,3	9,2	4,3	7,8	5,9	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7
19	7,3	14,2	7,0	2,1	23,2	4,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9
20	9,2	7,3	1,1	0,75	14,5	28,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7
21	4,0	13,5	7,2	3,0	9,8	19,3	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8
22	17,5	9,2	3,0	2,2	7,3	8,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7
23	3,5	7,1	5,3	2,3	6,1	19,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6
24	8,4	21,3	7,5	4,0	14,6	3,4	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7
25	11,6	25,3	3,6	0,75	9,3	2,2	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6
26	10,3	16,1	7,4	3,1	4,9	9,5	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8
27	17,1	6,3	0,75	0,75	5,7	20,4	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
28	4,0	9,3	2,8	1,7	17,1	14,0	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6
29	12,8	7,3	4,1	0,8	19,3	6,5	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
30	14,5	14,5	10,0	4,1	7,5	2,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8

## Указания по выполнению задачи

Так как активная мощность в трехфазной цепи

$$P = \sqrt{3} U I \cos(\varphi)$$

ток на участке цепи можно определить как

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos(\varphi)}$$

В узлах цепи происходит суммирование токов и суммирование мощностей.

Зная эти токи и мощности можно для участков 7, 8, 9 найти  $\cos\varphi$

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{\sqrt{3} U I}$$

Примерная форма таблицы указана ниже. Данные внесены для 1 варианта, незаполненные ячейки необходимо рассчитать, введя в них нужные формулы

Номер участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мощность участка	16,1	14,3	7,3	2,2	21,3	9,2			
$\cos\varphi$ участка	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8			
Ток участка									

## 2.5 Представление графической информации в компьютере и способы ее обработки

Чаще всего при работе с изображениями и фотографиями мы имеем дело с двумерной графикой, которую по способу создания и представления графической информации разделяют на растровую, векторную и фрактальную графику.

*растровый, векторный и фрактальный способы описания графической информации в компьютере*

### Растровая графика

Основной элемент изображения - точка. Точка на экране называется "пиксел"

С размером изображения связано его разрешение. Единица измерения разрешения "dpi" - dots per inch - точек на дюйм.

Растровая графика оперирует с изображениями в виде растров. Неформально можно сказать, что растр - это описание изображения на плоскости путем разбиения всей плоскости или ее части на одинаковые квадраты и присвоение каждому квадрату своего атрибута. Иногда понятие растра определяют более широко: как разбиение плоскости (или ее участка) на равные элементы (т.е. "замощение"). Такие элементы растра называются пикселями (pixel - picture element). Каждому пикселю может быть задан определенный атрибут, это, как правило, цвет или яркость. В растровой графике пиксели выстраиваются в виде прямоугольной матрицы (bitmap), где из них, как из крохотных точек собрано мозаичное изображение. Благодаря маленькому размеру и большой концентрации таких пикселей-точек, отдельные точки становятся невидны (или малозаметны), и создается впечатление однородной картины.

Растровый способ представления изображений прекрасно подходит для хранения фотографий и видеофрагментов и позволяет создать (воспроизвести) практически любой рисунок, вне зависимости от сложности.

## **Векторная графика**

Основной элемент изображения - линия.

Линия представлена в памяти ПК несколькими параметрами и в этом виде занимает гораздо меньше места, чем растровая линия состоящая из точек, для каждой из которых требуется ячейка памяти.

Линия - элементарный объект векторной графики. Любой сложный объект можно разложить на линии, прямые или кривые. Поэтому часто векторную графику называют объектно-ориентированной

Другой способ представления графической информации в компьютере векторная графика (или геометрическое моделирование). Элементарными объектами векторной графики являются простые геометрические фигуры, такие как линия, окружность, которые хранятся в памяти компьютера в виде математических формул и числовых параметров. Из простейших фигур складываются более сложные. Каждая фигура обладает свойствами: формой (прямая, кривая), толщиной, цветом, начертанием. Охватываемое фигурами пространство может быть заполнено другими объектами (текстуры, карты), цветом или особым способом (например, заштрихована).

Перевод векторной графики в растр достаточно прост. Но обратного пути, как правило, нет -- трассировка растра обычно не обеспечивает высокого качества векторного рисунка.

Векторная графика используется для создания иллюстраций и рисунков в издательском деле, карт в компьютерной топографии (геоинформационных системах). САД-системы (системы автоматизированного проектирования) используют векторный подход для рисования чертежей.

При помощи векторной графики можно задать не только двумерные, но и трёхмерные фигуры. Все современные редакторы трёхмерной графики являются векторными, и лишь при создании итогового изображения или видеоролика происходит преобразование в растровую графику.

Векторное изображение проще анимировать, поэтому, сегодня векторная графика используется для создания анимации и компьютерных игр. Например, программа Macromedia Flash, предназначенная для создания анимации на веб-страницах, основана на векторном представлении графики, хотя и поддерживает использование растровых изображений.

Необходимо отметить, что в процессе визуализации векторная графика всегда преобразовывается в растровую форму.

## **Достоинства и недостатки растровой и векторной графики**

Каждый из видов графики имеет свои достоинства и недостатки, следует отметить определенную "зеркальность" их достоинств и недостатков.

Среди достоинств растровой графики можно рассматривать два прин-

ципиальных и одно относительное:

- аппаратная реализуемость;
- программная независимость;
- фотореалистичность изображений.

Следует обратить особое внимание на недостатки растровой графики:

- значительный объем файлов;
- трансформирования с потерей качества (пикселизация, зернистость);
- аппаратная зависимость -- причина многих погрешностей;
- отсутствие объектов.

Достоинства и недостатки растровой графики являются зеркальным отражением достоинств и недостатков векторной графики.

**Достоинства векторной графики:**

- минимальный объем файла,
- полная свобода трансформаций;
- аппаратная независимость;
- объектно-ориентированный характер.

Два принципиальных и один условный недостаток векторной графики:

- отсутствие аппаратной реализуемости;
- программная зависимость;
- жесткость изображений.

## **Фрактальная графика**

Фрактал — объект, отдельные элементы которого наследуют свойства родительских структур. Поскольку более детальное описание элементов меньшего масштаба происходит по простому алгоритму, описать такой объект можно всего лишь несколькими математическими уравнениями.

Фракталы позволяют описывать целые классы изображений, для детального описания которых требуется относительно мало памяти. С другой стороны, к изображениям вне этих классов, фракталы применимы слабо.

Фрактальная графика, как и векторная вычисляемая, но отличается тем, что никакие объекты в памяти не хранятся. Изображение строится по уравнению, или системе уравнений, поэтому ничего кроме формулы хранить не надо. Изменив коэффициенты можно получить совершенно другую картину.

Способность фрактальной графики моделировать образы вычислительным путем часто используют для автоматической генерации необычных иллюстраций.

## **Растровые редакторы**

К редакторам обработки растровой графики относятся Adobe Photoshop, Corel Photo Paint

Основное назначение растрового редактора:

- В ретуши готовых изображений
- В монтаже композиций из отдельных фрагментов, взятых из различных изображений

- В применении специальных эффектов, называемых фильтрами
- Основные технические операции при работе с изображениями:  
Возможности
  - Изменение динамического диапазона (управление яркостью и контрастностью изображения)
  - Повышение четкости изображения
  - Цветовая коррекция (изменение яркости и контрастности в каналах красной, зеленой и синей составляющей цвета)
  - Отмывка (изменение яркости отдельных фрагментов)
  - Растушевка (сглаживание перехода между границами отдельных фрагментов)
  - Обтравка ("вырезание" отдельных фрагментов из общей композиции)
  - Набивка (восстановление утраченных элементов изображения путем копирования фрагментов с сохранившихся участков)
  - Монтаж (компоновка изображения из фрагментов, скопированных из других изображений или импортированных из других редакторов)

## **Векторные редакторы**

- Векторные редакторы применяют для создания графических изображений высокой четкости и точности: чертежей, схем, диаграмм, фигурных заголовков, фирменных логотипов и стилей. С их помощью также создают штриховые рисунки.
- Основные редакторы векторной графики: Adobe Illustrator, Macromedia Freehand, CorelDraw. Все эти редакторы работают с одними и теми же объектами векторной графики, основаны на одних и тех же принципах, имеют схожие инструменты, и, соответственно, приемы создания векторных изображений в этих редакторах удивительно похожи.
  - Для работы с изображением каждый векторный редактор имеет панель инструментов и другие элементы управления.
  - Инструменты панели управления служат для простейших операций с контурами.
  - Прочие элементы управления сосредоточены в строке меню и специальных диалоговых окнах. В векторном редакторе Adobe Illustrator, например, эти диалоговые окна называют палитрами.
  - Векторное изображение можно строить вручную путем создания и объединения простейших контуров, либо получать путем трассировки (векторизации) растровых изображений
  - Текстовые объекты в векторных редакторах рассматриваются как объекты особой породы.
  - Векторные редакторы позволяют создавать новые конструкции символов с помощью инструментов для работы с контурами
  - Перед использованием векторного изображения очень часто выполняется операция перевода векторного изображения в растровое. Такая операция называется растриванием изображения.

## Кодирование цвета в системе RGB

При создании приложений часто приходится задавать цвета различных видимых на экране объектов, таких как линии и точки графиков, графические примитивы, элементы интерфейса. Для представления цвета в языке BASIC используется RGB кодировка. Цвет в RGB кодировке представляется тремя числами: интенсивностью красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue) цветов. Интенсивность каждого цвета задается числом, лежащим в диапазоне от 0 до 255, т.е. одним байтом. Для задания цвета в RGB кодировке требуется, тем самым, три байта.

Тремя байтами кодируются числа от 0 до  $256*256*256-1$ , или, в шестнадцатиричном виде, от #000000 до #FFFFFF. Здесь мы использовали синтаксис языка BASIC для представления чисел в шестнадцатиричном виде (см. предыдущий пункт). Каждому числу из этого диапазона соответствует цвет в RGB кодировке, где старший байт числа дает интенсивность красного цвета, средний – синего и младший байт – зеленого цвета. Например, число #FF0000 кодирует ярко-красный цвет (первый байт – 255, или #FF в шестнадцатиричной форме, максимальная интенсивность, остальные байты – 0, интенсивность нулевая). Число #00FF00 кодирует ярко-зеленый цвет, а число #0000FF – ярко-синий. Смесь ярко-красного и ярко-зеленого цветов (#FFFF00) дает желтый цвет; смесь синего и зеленого (#00FFFF) – голубой; смесь красного и синего (#FF00FF) – малиновый; смесь всех цветов с максимальной интенсивностью (#FFFFFF) дает белый цвет.

Таким образом, цвет в RGB кодировке представляет собой целое число, лежащее в диапазоне от 0 до 16777215 (от #000000 до #FFFFFF в 16-ричной форме). Приведем 16 наиболее часто употребляемых цветов:

### Графическое разрешение и объем файла

Важнейшей характеристикой растрового изображения, от которой зависит качество вывода на устройство отображения - монитор или принтер, является графическое разрешение. Графическое разрешение определяет количество пикселей в одном дюйме картинки и измеряется в пикселях на дюйм (ppi-pixel per inch). Другими словами, разрешение - это плотность пикселей в изображении

Чем выше графическое разрешение, тем большее количество пикселей содержится в изображении и тем лучше передаются мелкие детали и цветовые переходы, т.е. обеспечивается более высокое качество. С повышением разрешения размеры пикселей уменьшаются. Чем больше пикселей содержит изображение, тем больше размер его файла.

Графическое разрешение - это атрибут, присущий любому растровому изображению. Создание изображения в любом растровом редакторе начинается с задания разрешения. В цифровой фотографии графическое разрешение определяется разрешающей способностью камеры. При оцифровке с помощью сканера разрешение устанавливается в зависимости от требуемого качества и в соответствии с возможностями устройства.

Каждый файл и каждая папка с файлами занимает на компьютере определенное место. То есть у всех файлов и папок есть объем, другими словами, вес или размер.

1 КБ = 1024 байта; 1 Мб = 1024 Кб; 1 Гб = 1024 Мб

Информация, как и любая другая физическая субстанция, имеет собственные единицы измерения, позволяющие оценить ее объем. Таким образом, объем файла — это величина, демонстрирующая, сколько места файл занимает на диске.

Сравнив полученное значение с объемом диска, вы сможете, например, узнать, поместится ли файл на дискету или сколько дискового пространства освободится, если вы уничтожите какой-либо файл.

Для того чтобы измерить объем диска, файла или папки, щелкните на их значке правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню выберите пункт Свойства. На экране появится окно, в котором будет указан точный информационный объем выбранного вами объекта в килобайтах. Однако для простоты работы на компьютере будет не лишним запомнить, что емкость обычной дискеты составляет 1440 Кбайт (или  $1440/1024 \sim 1,4$  Мбайт), компакт-диска — 640 или 720 Мбайт, объем жесткого диска зависит от его модели.

Специальные программы – архиваторы, такие как Zip и RAR – сжимают файлы, чтобы они занимали меньше места; это обычно используется для облегчения передачи файлов или их переноса с одного компьютера на другой. Сжатый файл успешно разжимается тем же архиватором без какой-либо потери информации.

Архиваторы могут работать именно потому, что реальный информационный объем данных меньше объема файла. При помощи специальных алгоритмов они «отбрасывают» ненужный объем, сохраняя только полезную информацию. Затем они восстанавливают по этой информации полное содержимое файлов.

### **Изображение текста и текст**

Текст в том виде, как его читает человек, представляет собой изображение. В компьютере, однако, текст чаще всего представляется в виде последовательности кодированных единиц, и лишь при выводе на экран или на бумагу он преобразуется в изображение.

Тем не менее вполне возможно хранить текст и в компьютере непосредственно в виде изображения (растрового или векторного). Такой подход имеет как преимущества, так и недостатки.

#### **Преимущества:**

- Текст всегда выглядит одинаково, независимо от используемого программного обеспечения.
- Можно использовать любое, сколь угодно сложное форматирование.
- Можно использовать любые символы, в том числе и не внесённые ни в какие стандарты.
- В случае сканированного текста сохраняется точный вид исходного документа.

#### **Недостатки:**

- Объем файла с изображениями значительно больше, чем объем файла с кодированным текстом.

- Растровые изображения плохо масштабируются: изображение, оптимизированное для показа на экране, на печати «расплывается» (выглядит нерезким), а изображение, предназначенное для качественной печати, должно иметь значительно более высокое разрешение и, соответственно, больший размер файла (этого недостатка нет у векторных изображений).

- Текст в виде изображения трудно редактировать (трудно менять как содержание, так и оформление текста).

- Текст в виде изображения с трудом поддается повторному использованию (например, его сложно процитировать, переформатировать, невозможно направить в синтезатор речи или преобразовать в шрифт Брайля).

В информатике текстом считают последовательность любых символов. Сейчас компьютеры в основном пользуются алфавитами, содержащими 256 знаков<sup>1</sup>. Каждому из символов соответствует свой восьмиразрядный двоичный код. Таким образом любой символ текста, включая пробелы, занимает 8 бит (1 байт) в памяти компьютера. Зная это, можно легко оценить объем памяти, необходимый для хранения того или иного текстового документа.

Стремление упростить работу с различными текстами (сперва текстами программ, затем служебными документами, газетами, журналами, книгами и т.д.) привело к созданию множества программ, специально ориентированных на это текстовых редакторов (или текстовых процессоров).

## 2.6. Система графического автоматизированного конструирования и проектирования AutoCAD - назначение и возможности системы.

### 2.6.1. Справочная информация

#### Пользовательский интерфейс AutoCad

С версии AutoCad 2007 интерфейс программы приобрел современный вид (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 Интерфейс AutoCad 2012

Вместо стандартной строки меню появляется лента. По умолчанию лента отображается при открытии файла и представляет собой компактную палитру со всеми инструментами, необходимыми для создания или изменения чертежа (рис. 2.4).

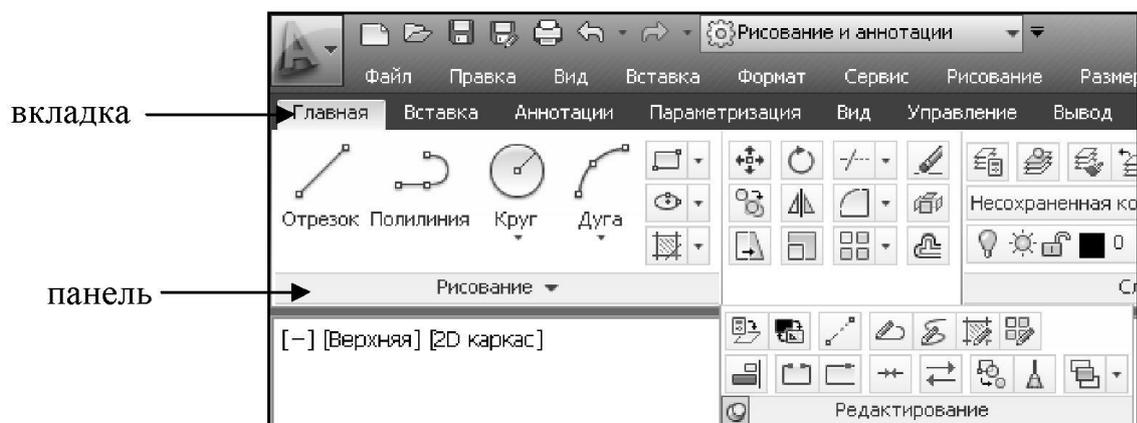


Рисунок 2.4 Лента

Лента состоит из ряда панелей, которые систематизированы в виде вкладок, помеченных названием задачи. Панели ленты содержат многие из тех же инструментов и элементов управления, которые доступны на панелях инструментов и в диалоговых окнах.

Некоторые панели ленты выводят на экран диалоговое окно, связанное с данной панелью. Инструмент запуска диалогового окна обозначен значком со стрелкой, который находится в нижнем правом углу панели (рис. 2.5).

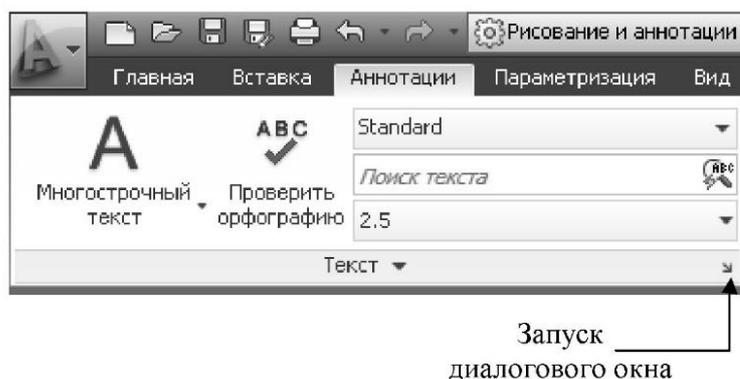


Рисунок 2.5 Инструмент запуска диалогового окна

Чтобы указать, какие вкладки и панели необходимо отображать, щелкните на ленте правой кнопкой мыши и в контекстном меню установите или снимите флажки у имен вкладок или панелей.

На панели быстрого доступа (рис. 2.3) отображаются команды, позволяющие отменить или повторить (восстановить) изменения в файле. Для отмены или повторения одного из последних изменений нажать кнопку раскрытия списка справа от кнопок «Отменить» и «Повторить».

Классическая строка меню включается через панель «Быстрого доступа» (рис. 2.6). На панели «Быстрый доступ» выберите в раскрывающемся меню «Показать строку меню».

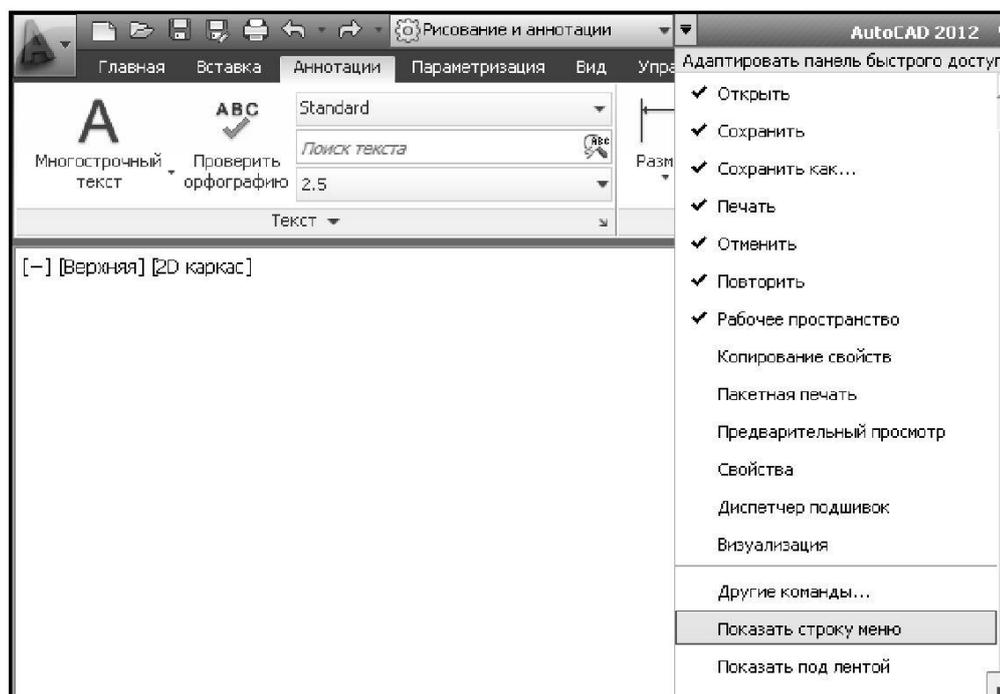


Рисунок 2.6 Включение строки меню

В строке состояния приложения (рис. 2.3) отображаются координаты курсора, а также инструменты рисования, быстрого просмотра и масштабирования аннотаций.

В строке состояния чертежа (рис. 2.3) отображаются инструменты для масштабирования аннотаций.

В программном продукте предусмотрено несколько рабочих пространств и удобное переключение между ними. Рабочие пространства представляют собой наборы меню, панелей, палитр и панелей управления ленты, сгруппированных и упорядоченных для работы в пользовательской, задачно-ориентированной среде чертежа.

Рабочие пространства, ориентированные на конкретную задачу: рисование и аннотации, 3D моделирование, классический AutoCAD (рис. 2.7)

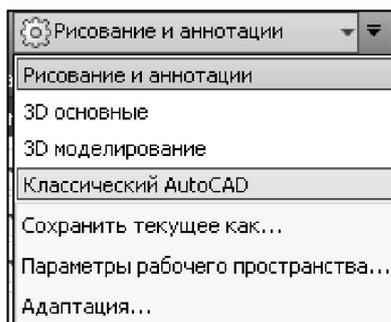


Рисунок 2.7 Вкладка «Переключение рабочих пространств»

С помощью значка "Рабочее пространство"  в строке состояния можно в любой момент перейти в другое, когда требуется работать над другой задачей. В сохраненные рабочие пространства также можно перейти с панели "Быстрый доступ".

В данных методических указаниях мы рассмотрим лишь некоторые основные возможности среды. Расширенный материал будет изучаться на других дисциплинах.

## 2.6.2 Средства обеспечения точности геометрических построений

### Объектная привязка

Процесс проектирования неотделим от точных геометрических построений, в которых требуется восстанавливать перпендикуляры, проводить касательные, находить конечные точки и середины отрезков и дуг и т.п. Подобные задачи невозможно решать простым указанием точек на рабочем поле чертежа. Для этого в AutoCad существует специальное средство - объектная привязка, позволяющее задать точку с определенными позиционными свойствами вместо ввода значений координат, привязывая курсор к характерным точкам имеющихся объектов, см. таблицу 2.2.

Таблица 2.2

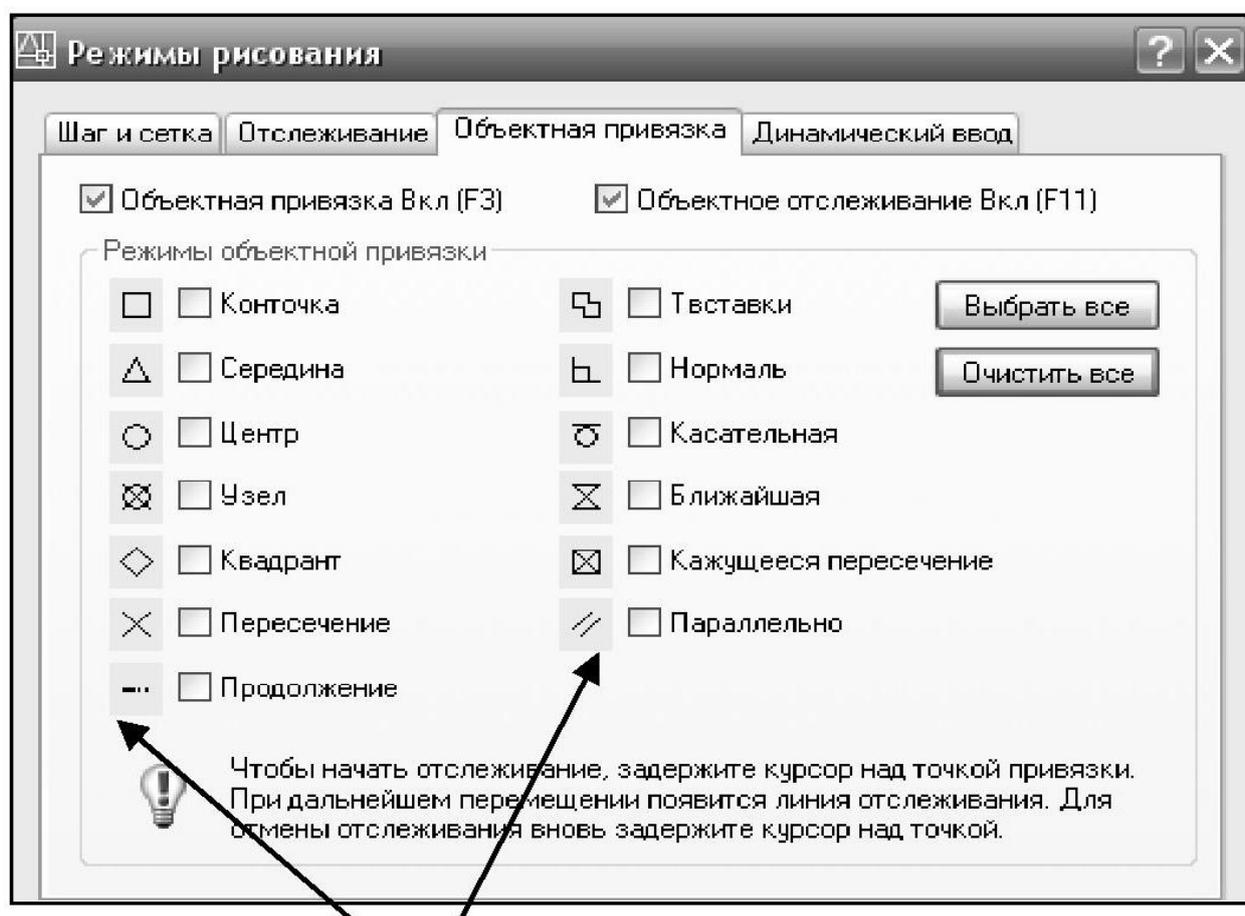
Режимы объектной привязки

Кнопка	Режим	Описание
	Конточка	Привязка к конечным точкам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Середина	Привязка к серединам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Пересечение	Привязка к точкам пересечений объектов
	Кажущееся пересечение	Привязка к пересечению объектов в текущей видовой проекции
	Продолжение линии	Привязка к мнимому продолжению отрезков, дуг
	Центр	Привязка к центрам окружностей, дуг, эллипсов
	Квадрант	Привязка к квадрантным точкам окружностей, дуг и эллипсов
	Касательная	Нахождение точек касания окружностей, дуг, эллипсов
	Нормаль	Проведение линий, перпендикулярных указанным объектам
	Параллельно	Проведение линий, параллельных указанным прямым линиям
	Точка вставки	Привязка к точкам вставки блока или текстовой строки
	Узел	Привязка к точкам
	Ближайшая	Привязка к точкам, принадлежащим указанным объектам

Для задания объектной привязки в запросе точки в командах рисования, редактирования или простановки размеров:

- Нажать клавишу «Shift» и щелкнуть правой кнопкой мыши для вызова контекстного меню объектной привязки.
- В командной строке ввести имя режима объектной привязки (три первые буквы).

Если есть необходимость использовать один или несколько режимов объектной привязки более одного раза, то можно установить эти режимы в качестве текущих. Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки на вкладке «Объектная привязка» в диалоговом окне «Режимы рисования» (рис. 2.8), доступ к которому можно получить из меню «Сервис» или выбором пункта «Настройка» контекстного меню «Объектной привязки» строки состояния приложения (рис. 2.9). Контекстное меню вызывается нажатием правой кнопки мыши.



маркер

Рисунок 2.8. Диалоговое окно «Режимы рисования»

Если включено несколько режимов объектной привязки, в выбранном положении может существовать более одной объектной привязки. Нажмите клавишу «TAB» для выбора необходимого режима до указания точки. По умолчанию при перемещении курсора над объектной привязкой на объекте отобража-

ются маркер и подсказка. Эта функция называется AutoSnap (Автопривязка). Она позволяет легко определять текущий режим объектной привязки.

Нажмите кнопку 2 - «Объектная привязка» в строке состояния или клавишу F3 для включения или выключения текущих объектных привязок (рис. 2.9).

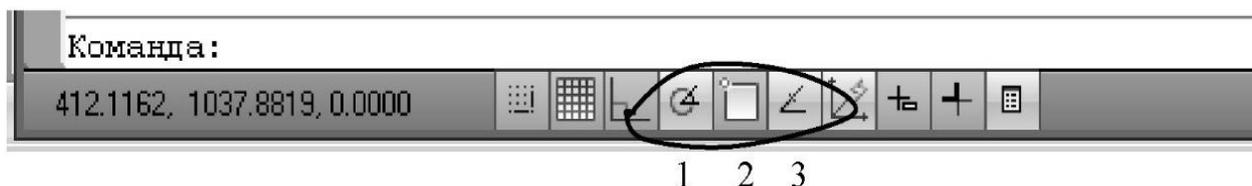


Рисунок 2.9 Строка состояния приложения

### Средства автоотслеживания

Создаваемые объекты можно размещать в определенной зависимости относительно других объектов с помощью линий отслеживания. Средства автоотслеживания облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка. При включенных режимах автоотслеживания специальные временные линии отслеживания помогают выполнять точные построения.

Автоотслеживание включает в себя два варианта отслеживания: полярное отслеживание и отслеживание объектной привязки.

Режимы автоотслеживания можно быстро включать и отключать нажатием кнопок 1 - «Полярное отслеживание» и 3 - «Объектное отслеживание» в строке состояния (рис. 2.9). Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для использования объектного отслеживания необходимо наличие включенных режимов объектной привязки.

#### Полярное отслеживание

Полярное отслеживание - это процесс отслеживания фиксированного направления в полярных координатах от текущей точки. При построении отрезков, сегментов полилинии полярное отслеживание позволяет вводить с клавиатуры только длину объекта.

Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 10 или 5 градусов. Можно определить другие значения углов, а при необходимости объектное отслеживание можно осуществлять вдоль всех текущих полярных углов отслеживания (рис. 2.10).

На рис. 9 показаны некоторые из возможных линий полярного отслеживания при значении углового интервала 30°.

Строка состояния → Кнопка «Полярное отслеживание» → Контекстное меню → Настройка → Отслеживание

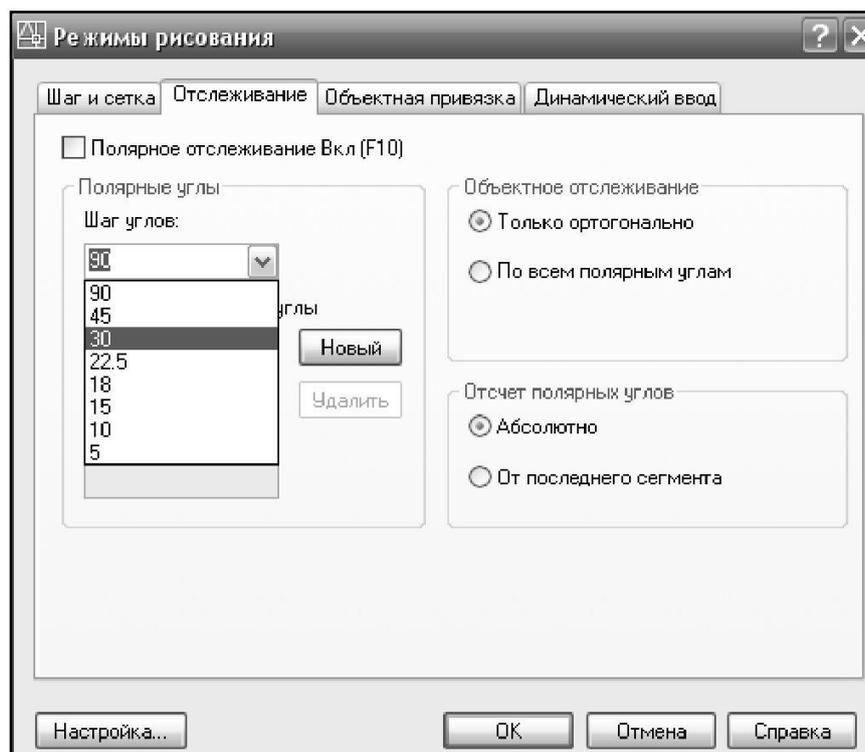


Рисунок 2.10 Диалоговое окно «Режимы рисования»

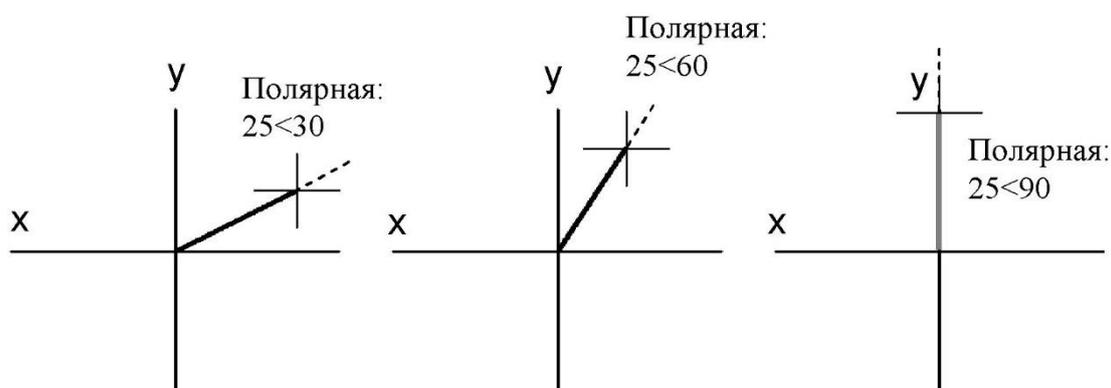


Рисунок 2.11 Линии полярного отслеживания

### Объектное отслеживание

Объектное отслеживание облегчает выбор точек, которые лежат на линиях отслеживания, проходящих через характерные точки объектов. Захваченная точка помечается маркером в виде маленького знака «плюс» (+). Одновременно может быть захвачено до семи точек рисунка.

После захвата точки по мере передвижения курсора появляются вертикальные, горизонтальные или полярные линии отслеживания, проходящие через данную точку. Таким образом, можно, например, выбрать точку, лежащую на пересечении линий, проходящих через конечные точки или середины объектов (рисунок 2.12).

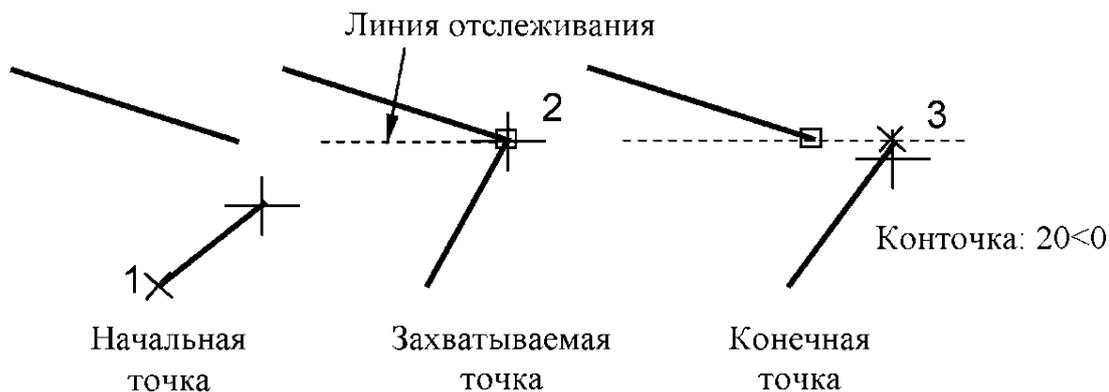


Рисунок 2.12 Объектное отслеживание

## 2.6.3 Команды рисования

### Построение отрезков

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Рисование» → ОТРЕЗОК. 

2 Первая точка: Указать точку или нажать ENTER для продолжения от последней нарисованной линии или дуги.

3 Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: задать курсором направление отрезка и ввести в командной строке значение длины сегмента или указать конечную точку первого сегмента и т.д.

4 Для завершения команды нажать ENTER.

Чтобы стереть последний сегмент, построенный в ходе выполнения команды ОТРЕЗОК, следует ввести: **O** или выбрать «Отменить» в контекстном меню, чтобы замкнуть последовательность линейных сегментов следует ввести: **З** или выбрать «Замкнуть» в контекстном меню.

### Построения окружностей

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Рисование» → КРУГ → Центр, радиус. 

2 Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: Указать точку или выбрать опцию.

3 Задать радиус круга или [диаметр]: ввести значение радиуса или ввести **Д** и нажать ENTER.

Для построения окружностей другими способами необходимо выбрать опции: **3Т (Три точки)** - построение окружности по трем принадлежащим ей точкам; **2Т (Две точки)** - построение окружности по двум конечным точкам ее диаметра; **ККР (Касательная, Касательная, Радиус)** - построение окружности заданного радиуса, касательной к двум объектам.

### Построение полилинии

Полилиния представляет собой связанную последовательность сегментов.

Все эти сегменты являются единым объектом. Полилинии могут состоять из линейных и дуговых сегментов, а также из любых их сочетаний. Сегментам полилинии можно задать ширину (если начальная и конечная ширина одинаковая - линия прямая, если разные - линия будет иметь конусность).

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Рисование» → ПОЛИЛИНИЯ.



2 Текущая ширина полилинии равна 0.00 Начальная точка: указать начальную точку сегмента полилинии.

3 Следующая точка или [Дуга/Полуширина/Длина/Отменить/ Ширина]:

4 Для задания ширины полилинии введите **Ш** и нажмите ENTER.

5 Задать значения начальной и конечной ширины сегмента.

6 Указать конечную точку сегмента:

а) Для включения режима построения дуг введите **Д** (дуга);

б) Для возврата в режим построения линейных сегментов введите **Л** (линейный).

7 При необходимости построить последующие сегменты полилинии.

8 Для завершения построения нажмите ENTER или введите **З**, если нужно замкнуть полилинию.

## Построение мультилиний

Мультилинии состоят из параллельных линий (от 1 до 16), называемых элементами. При построении мультилинии можно использовать стиль СТАНДАРТ, в котором есть два элемента, или присвоить стиль, созданный ранее. Перед началом рисования можно задать режим расположения и масштаб мультилинии. Тип расположения мультилинии определяет, с какой стороны от курсора будет нарисована мультилиния, или она будет расположена по центру. Значение масштаба мультилинии определяет общую **ширину** мультилинии в текущих единицах.

1 Меню «Рисование» → МУЛЬТИЛИНИЯ (на панели «Рисование» нет инструмента «Мультилиния»).

2 Чтобы определить расположение мультилинии введите **Р** и нажмите ENTER.

3 Выбрать один из следующих вариантов: верх, центр или низ.

4 Для изменения масштаба мультилинии введите **М** и нажмите ENTER.

5 Задайте новый масштаб и нажмите ENTER.

*Теперь можно переходить непосредственно к построению мультилинии.*

6 Укажите начальную точку.

7 Укажите вторую точку.

8 Укажите дополнительные точки или нажмите ENTER. Если указано три или более точек, то чтобы замкнуть мультилинию, можно ввести **З** и нажать ENTER.

## Построение вспомогательных элементов - бесконечных линий и лучей

Линии, бесконечные в обоих направлениях или только в одном направлении, называются соответственно прямыми и лучами. Бесконечные прямые и лучи используют в качестве вспомогательных при построении других объектов для нахождения временных точек пересечения с помощью объектной привязки, а также для организации связей между чертежными видами (линии проекционных связей). Использование лучей вместо прямых помогает уменьшить загроможденность чертежа.

Наличие бесконечных линий не изменяет границ рисунка, поэтому бесконечные линии и лучи не влияют на процесс зумирования и на видовые экраны, а также на результаты выполнения команд отображения в границах рисунка. Прямые и лучи можно перемещать, поворачивать и копировать, как и любые другие объекты. Бесконечные линии и лучи строят на отдельном вспомогательном слое, который перед выводом на печать можно заморозить или отключить.

Для построения прямой (луча) по двум точкам:

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Рисование» → ПРЯМАЯ



- 1 Укажите базовую точку прямой (или точку начала луча) или [Гор/Вер/Угол/Биссект/Отступ]: *Указать точку или выбрать опцию.*
- 2 Укажите вторую точку, через которую должна проходить прямая.
- 3 Если необходимо, можно сразу построить несколько прямых.  
*Все последующие лучи начинаются в первой указанной точке.*
- 4 Нажмите ENTER для завершения команды.

### Опции команды ПРЯМАЯ (ЛУЧ)

Опция **Гор** - построение горизонтальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку.

Опция **Вер** - построение вертикальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку.

Опция **Угол** - построение бесконечной линии, проходящей под заданным углом.

Опция **Биссектриса** - построение бесконечной линии, проходящей через указанную вершину угла и делящей угол пополам.

Опция **Отступ** - построение бесконечной линии параллельно выбранному линейному объекту.

## Построение штриховки

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Рисование» → ШТРИХОВКА.



2 В диалоговом окне «Штриховка и градиент» (рис. 2.13):

- на вкладке «Штриховка» в списке «Тип» выберите «Стандартный»;
  - из списка «Образец» выберите нужный образец или нажмите кнопку , а затем выберите образец;
  - в группе «Контур» выберите «Добавить: точки выбора» (для замкнутого объекта) или «Добавить: выбрать объекты» (для незамкнутого объекта).
- 3 Укажите внутреннюю точку или объект и нажмите ENTER.
- 4 Выберите кнопку «Образец».

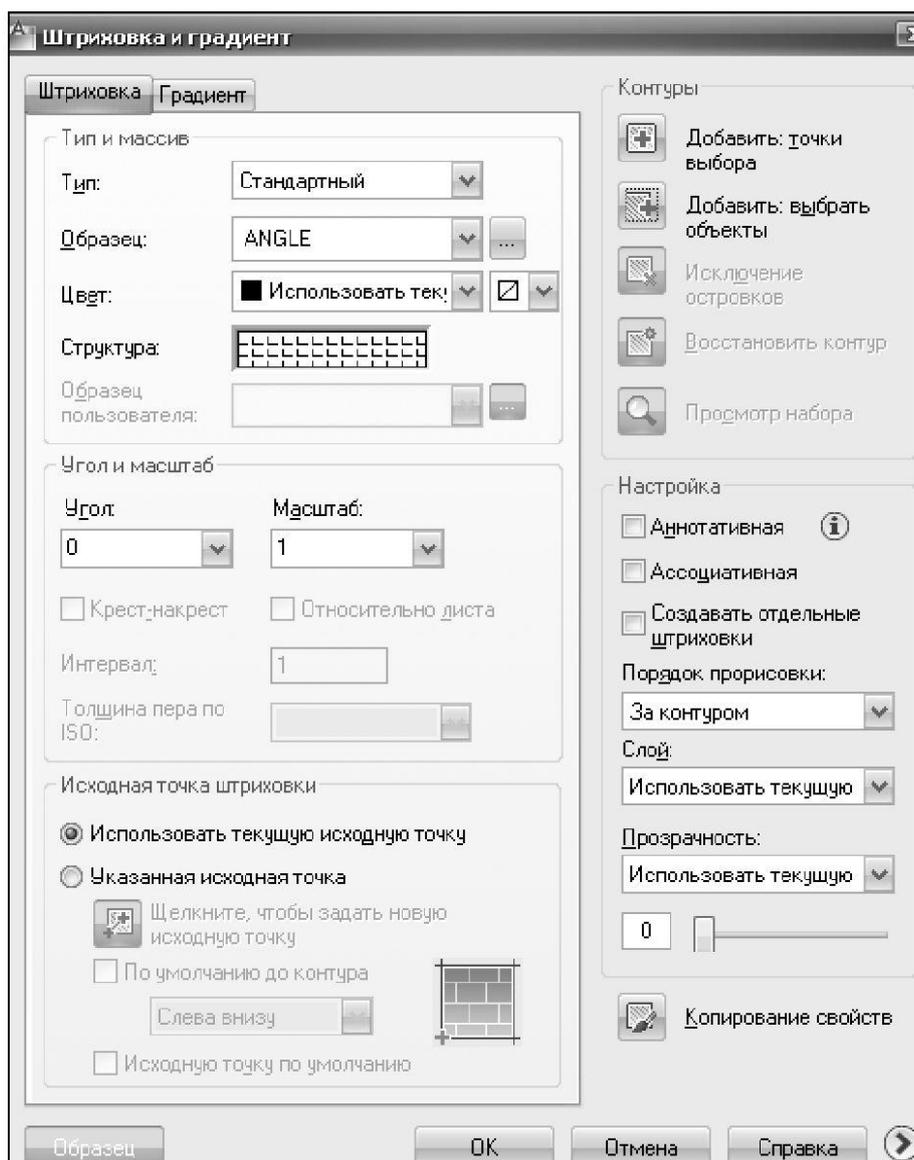


Рисунок 2.13 «Штриховка и градиент»

5 Если штриховка устраивает, нажмите ENTER, нет - ESC.

У каждого фрагмента текста на чертеже имеется свой стиль текста. При выполнении надписей на чертеже применяется текущий текстовый стиль, который определяет шрифт, высоту и угол наклона символов, ориентацию надписи, а также другие параметры текста.

## 2.6.4 Создание текстового стиля

- 1 Выберите меню «Формат» → СТИЛЬ ТЕКСТА → Диалоговое окно «Текстовые стили»
- 2 В диалоговом окне «Текстовые стили» (рис.2.14):
  - а) Выбрать кнопку «Новый» и дать имя стилю (*имя может содержать до 255 символов*).
  - б) Выбрать имя шрифта «*ISOCPEUR*».
  - в) Высота (*высота символов*) - 3.5.
  - г) Степень растяжения (*коэффициент растяжения или сжатия символов*) - 0.7.
  - д) Угол наклона (*величина наклона символов*) - 15.
- 3 Применить → Сделать текущим.

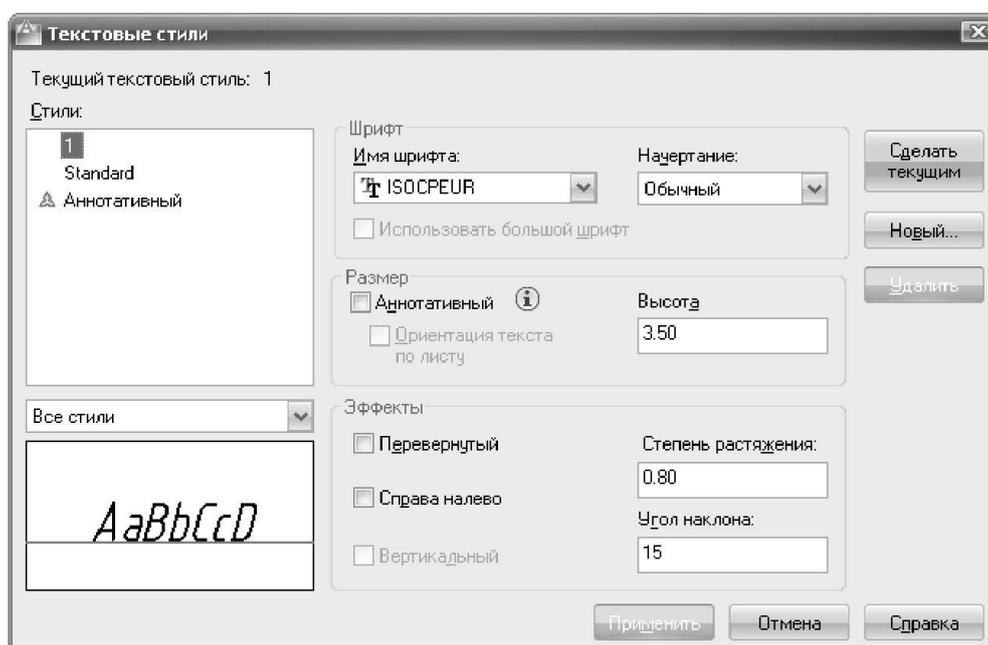


Рисунок 2.14 Диалоговое окно «Текстовые стили»

Наносимые на чертеж текстовые надписи несут различную информацию. Надписи могут представлять собой сложные спецификации, элементы основной надписи, метки.

Короткие надписи, не требующие применения различных шрифтов, выполняются в виде однострочного текста. Такие надписи наиболее удобны для нанесения меток.

Для создания длинных и сложных надписей используется многострочный текст или текст, содержащий абзацы. Многострочный текст состоит из текстовых строк или абзацев, вписанных в указанную пользователем ширину; его длина при этом не определена.

В отличие от однострочного текста, все строки многострочного текста представляют собой единый объект. Многострочный текст можно перемещать, поворачивать, стирать, копировать, зеркально отображать и масштабировать. Возможности форматирования многострочного текста намного шире, чем од-

нострочного. Например, в многострочных надписях можно задавать режим подчеркивания отдельных слов и фраз, назначать для них свой шрифт, цвет и высоту символов и т.д.

### Однострочный текст

- 1 Вкладка «Главная» → панель «Аннотации» → «ОДНОСТРОЧНЫЙ ТЕКСТ» 
- 2 Укажите точку вставки первого символа.
- 3 Задайте высоту текста. Запрос высоты появляется в том случае, если текущий текстовый стиль имеет нулевую высоту.
- 4 Задайте угол поворота текста.
- 5 Введите текст. В конце строки нажмите ENTER. Если необходимо, введите следующие строки.
- 6 Если указать другую точку вставки, курсор перемещается к указанной позиции, после чего можно продолжать ввод текста. После каждого нажатия ENTER или указания точки создается новый текстовый объект.
- 7 Для завершения команды нажмите ENTER на пустой строке.

### Многострочный текст

- 1 Вкладка «Главная» → панель «Аннотации» → «МНОГОСТРОЧНЫЙ ТЕКСТ» 
- 2 Задать рамкой область написания текста: *Указать первый угол текстовой рамки, указать противоположный угол текстовой рамки по диагонали* (рис. 13).

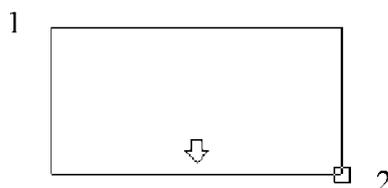


Рисунок 2.15 Задание области текста

- 3 Открывается панель «Текстового редактора».
- 4 Текстовый редактор включает в себя панели «Стиль», «Форматирование текста», диалоговое окно «Абзац», меню «Столбцы» и параметры редактора (рис. 2.16).

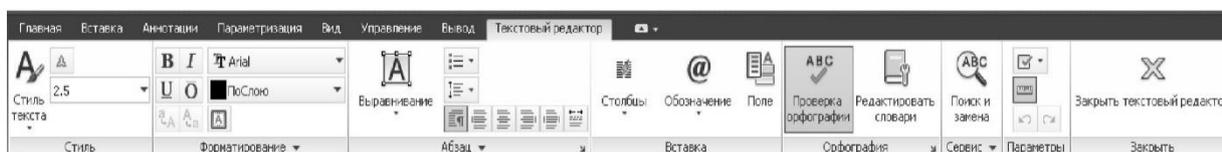


Рисунок 2.16 Текстовый редактор

- 5 В текстовом редакторе введите текст и задайте параметры.
- 6 По окончании ввода текста закройте текстовый редактор.

## 2.6.5 Блоки

Создание блока предполагает объединение объектов в группу под определенным именем. Блоки могут состоять из объектов, изначально находившихся на различных слоях и имевших различные свойства.

### Создание описания блока в текущем чертеже

1. Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Блок» → СОЗДАТЬ. 
2. Создать объекты, предназначенные для формирования блока.
3. В диалоговом окне «Описание блока» (рис. 2.17) - ввести имя блока.
4. В группе «Объекты» отметить опцию «Преобразовать в блок».

*Если необходимо, чтобы выбранные объекты после создания описания блока не удалялись, следует убедиться, что отключена опция «Удалить». В противном случае, выбранные объекты будут удалены из чертежа. При необходимости можно восстанавливать объекты с помощью команды ОК.*

5. Нажмите кнопку «Выбрать объекты».
6. Выберите с помощью устройства указания объекты для создания описания блока. Для завершения выбора объектов нажмите ENTER.

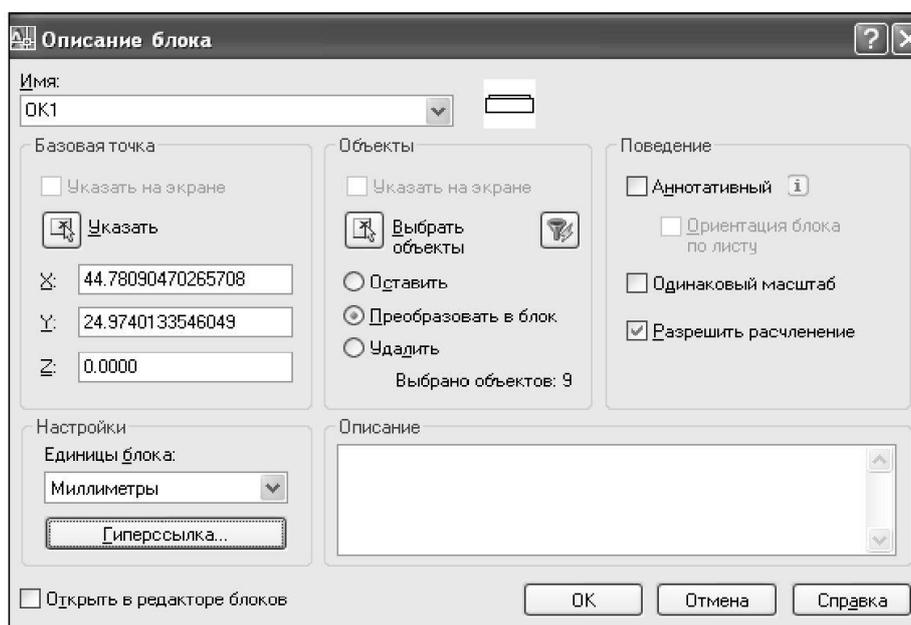


Рисунок 2.17 Диалоговое окно «Описание блока»

7. В группе «Базовая точка» диалогового окна «Описание блока» задать координаты базовой точки вставки: нажать кнопку «Указать» для выбора базовой точки с помощью устройства указания.

8. Нажать «ОК».

*Описание блока сохраняется в текущем чертеже и может быть вставлено, как только это потребуется.*

## Вставка блока, описанного в текущем чертеже

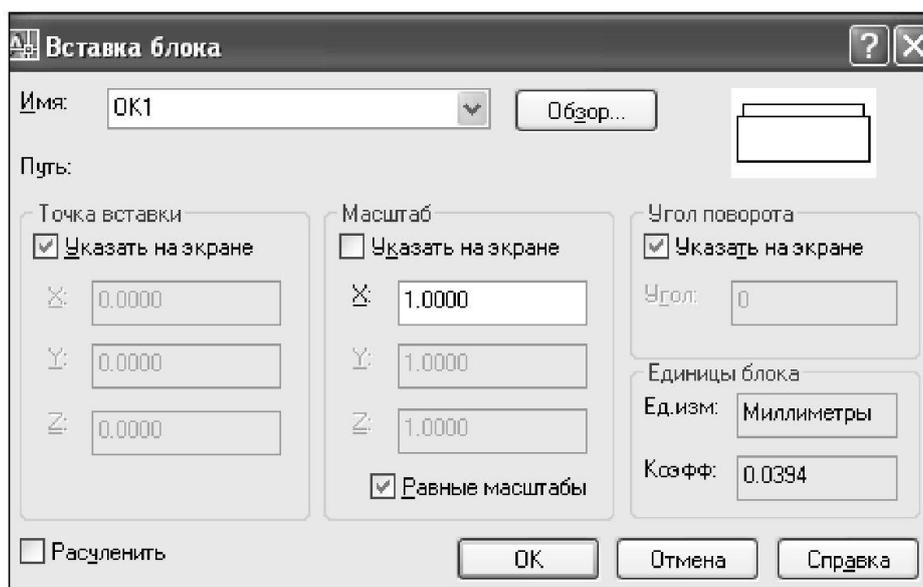


Рисунок 2.18 Диалоговое окно «Вставка блока»

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Блок» → ВСТАВИТЬ. 

2 В диалоговом окне «Вставка блока» (рисунок 16) - выбрать имя блока из списка.

3 Если необходимо задать точку вставки, масштабные коэффициенты и угол поворота непосредственно при вставке, установить опцию «Указать на экране» для каждого параметра. В противном случае, ввести значения в группах опций «Точка вставки», «Масштаб» и «Угол поворота».

4 Если вместо целого блока необходимо вставить его отдельные объекты, то установить флажок «Расчленить».

5 Нажать «ОК».

### Атрибуты блока

Атрибут - это специальный текстовый объект, который можно сохранить как часть определения блока. В атрибутах могут храниться название деталей, стоимость, материал изготовления и т.п.

Различают *имя* и *значение* атрибута. Создание блока с атрибутами происходит в три этапа:

- Формирование графических объектов для включения в определение блока;
- Определение атрибута с помощью команды «Задание атрибута»
- Сохранение атрибута вместе с графическими объектами в качестве определения блока

1 Открывается диалоговое окно «Определение атрибута» (рис. 2.19).

2 Лента → Вкладка «Вставка» → Панель «Атрибуты» → ЗАДАНИЕ АТ-

РИБУТОВ. 

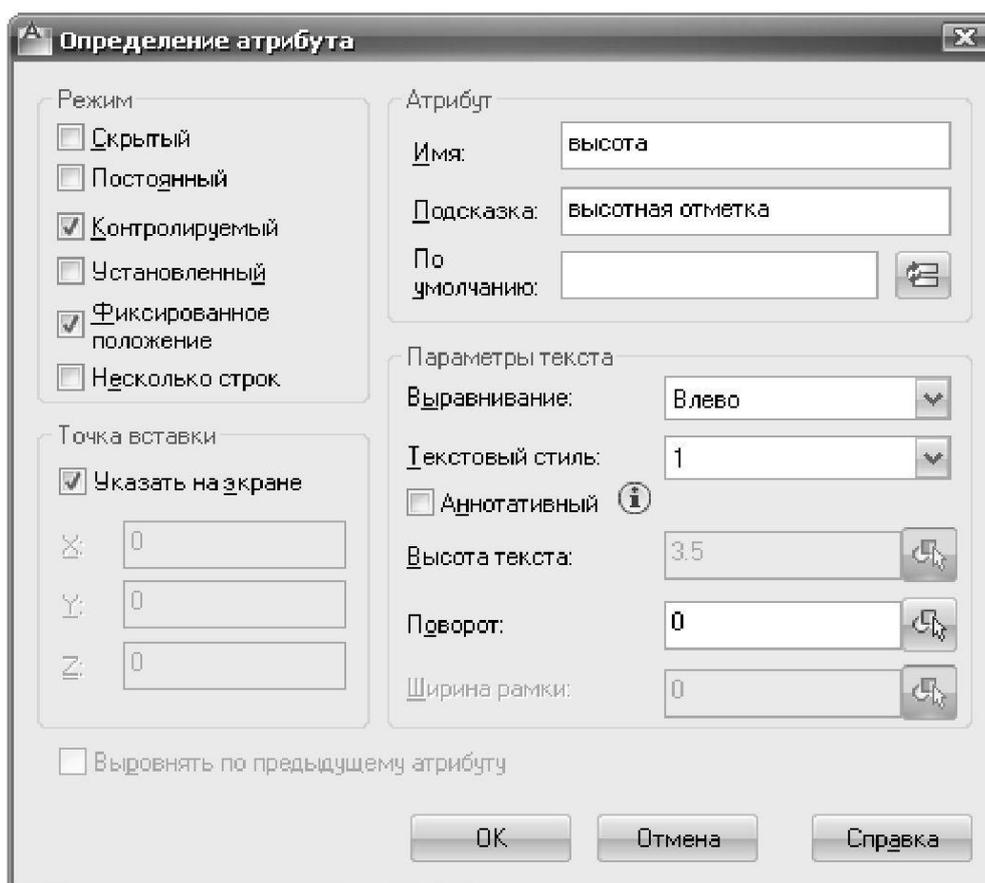


Рисунок 2.19 Диалоговое окно «Определение атрибута» с установками параметров для создания высотной отметки

3 В диалоговом окне задаются режим атрибута, его имя, подсказка и начальное значение, а также точка вставки и параметры текста.

4 Нажмите кнопку «ОК» для создания атрибута.

Параметры значений атрибутов блоков, которые вставляются в чертеж.

**Скрытый:** Указывает, что значение атрибута вставленного блока не должно быть видно на экране или выводиться на печать. АТЭКР переопределяет скрытый режим.

**Постоянный:** Задаёт фиксированное значение атрибута для всех вхождений блока.

**Контролируемый:** Позволяет проверить правильность значения атрибута во время процесса вставки блока.

**Установленный:** Присваивает атрибуту при вставке блока значение по умолчанию.

**Фиксированное положение:** Фиксация положения атрибута внутри вхождения блока. При отмене фиксации атрибута его можно перемещать относительно остальной части блока с помощью ручек редактирования; размер многострочных атрибутов можно изменить.

**Многострочный:** При выборе этого параметра значение атрибута может содержать несколько строк текста. В этом случае можно задать ширину рамки атрибута.

## 2.6.6 Команды редактирования

### Копирование объектов на заданное расстояние в указанном направлении

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Редактирование» → КОПИРОВАТЬ. 

2 Выбрать объекты: *Выбрать объекты любым способом и нажать ENTER.*

*Текущие настройки: Режим копирования = текущий*

3 Базовая точка или [Перемещение/Режим/Несколько] <Перемещение>: *Указать базовую точку или выбрать опцию.*

4 Перемещение: *задать относительное расстояние (с клавиатуры), направление указать курсором и нажать ENTER.*

Примечание: *если включен режим «Несколько» команда*

*КОПИРОВАТЬ повторяется автоматически до тех пор, пока не будет завершена. Отсчет расстояний для множественного копирования объектов ведется от базовой точки.*

### Построение подобного объекта

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Редактирование» → СМЕЩЕНИЕ. 

2 Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой] <через>: *задать расстояние смещения (смещение задается с помощью устройства указания или вводом с клавиатуры).*

3 Выберите объект для смещения или [Выход/Отменить] <выход>: *Выбрать один объект и нажать ENTER, или выбрать опцию.*

4 Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход/Несколько/Отменить]: *Указать точку (1) по нужную сторону от объекта или задать опцию (рис. 2.20).*

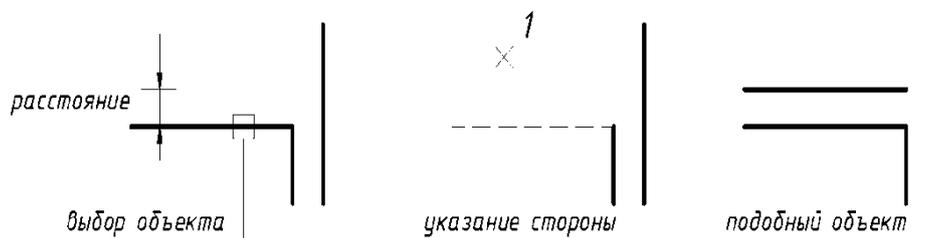


Рисунок 2.20 Создание подобного объекта

### Построение фасок в местах пересечения объектов

Фаска соединяет два объекта для их пересечения в плоском или скошенном углу. Длиной фаски называется расстояние между точкой реального и во-

ображаемого пересечения объектов и точкой, до которой удлиняется или обрезается объект при снятии фаски. Задание длин фасок показано на рис. 2.21.

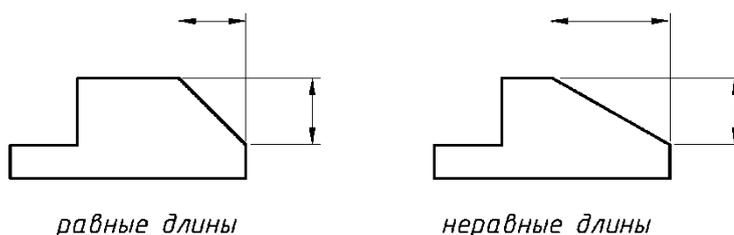


Рисунок 2.21 Задание длины фаски

Если оба значения длины заданы равными нулю, команда ФАСКА удлиняет или обрезает две линии так, чтобы они заканчивались в одной точке.

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Редактирование» → ФАСКА.



- 2 Введите Д (Длина) и нажмите ENTER.
- 3 Задать первую длину фаски.
- 4 Задать вторую длину фаски.
- 5 Выберите соединяемые фаской отрезки.

### Скругление углов и сопряжение объектов

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Редактирование» → СОПРЯЖЕНИЕ.

- 2 Введите Д (раДиус) и нажмите ENTER.
- 3 Введите радиус сопряжения.
- 4 Выберите объекты для сопряжения.

### Редактирование штриховки

1 Лента → Вкладка «Главная» → Панель «Редактирование» → РЕ-

ДАКТИРОВАТЬ ШТРИХОВКУ или выбрать штриховку для редактирования, щелкнуть правой кнопкой мыши в области рисования → выбрать «Редактирование штриховки».

1 Диалоговое окно «Штриховка и градиент». Изменить характеристики имеющейся штриховки или заливки.

## 2.7. Общие сведения о САПР Компас 3D

Среди версий программы существует **Компас 3D LT**, она изначально бесплатна, напрямую предназначена для студентов вузов, в то время как полноценная версия имеет ограничение по времени бесплатного использования в 30 дней.

В Компас 3D LT существуют ограничения по импорту-экспорту файлов, отсутствует возможность проектировать 3D-сборки, но для для получения начальных (и достаточно существенных) навыков работы с САПР он подходит как нельзя кстати.

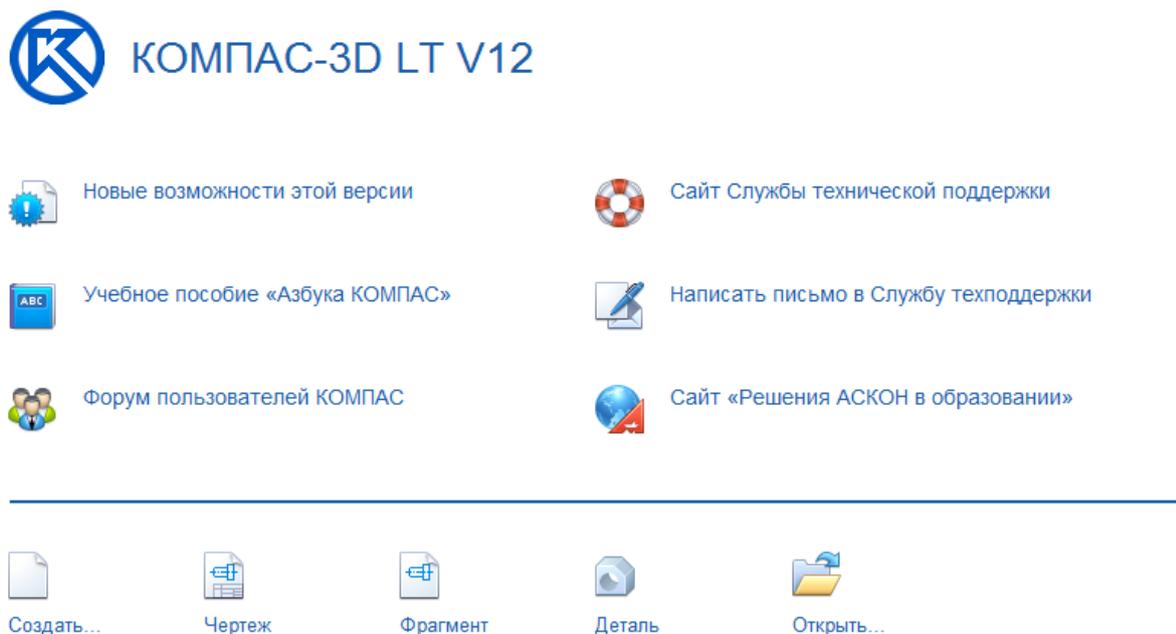


Рисунок 2.22 Окно стартовой страницы Компас 3D LT V10

В **Компас 3D LT** работают со следующими типами документов:



**Чертеж** (расширение файла **.cdw**) - основной графический документ. Можно создавать чертежи как на основе 3D моделей, так и "с нуля". Конструктор выбирает только формат чертежа (A0, A1, A2, A3, A4, A5), а такие элементы оформления, как основная надпись, рамка создаются автоматически.



**Фрагмент** (расширение файла **.frw**) - это также графический документ, отличающийся от чертежа тем, что здесь нет ни рамки, ни основной надписи. Фрагмент представляет собой чистый лист, размеры которого не ограничены.



**Деталь** (расширение файла **.m3d**) - трехмерный документ Компас. 3d модель создается последовательностью различных операций (выдавливание, вращение), для которых в свою очередь необходимо наличие 2d эскиза.

Типы файлов доступные только в **Компас 3D**:



**Текстовый документ** (расширение файла **.kdw**) - в нем обычно оформляют различные пояснительные записки. Студенту обычно удобней оформлять РПЗ в Word.



**Спецификация** (расширение файла **.spw**) - этот вид документа используется для создания спецификаций. Спецификация, кстати, может быть ассоциативно связана с 2d или 3d сборкой, когда изменения, производимые в чертеже или 3d сборке, автоматически корректируются в спецификации.



**Сборка** (расширение файла **.a3d**) - 3d сборка содержит в своем составе более одной 3d детали, между которыми существует связи. Количество деталей в сборке может исчисляться тысячами - примером может служить 3d сборка автомобиля, здания.

## Интерфейс Компас 3D LT. Панели и меню

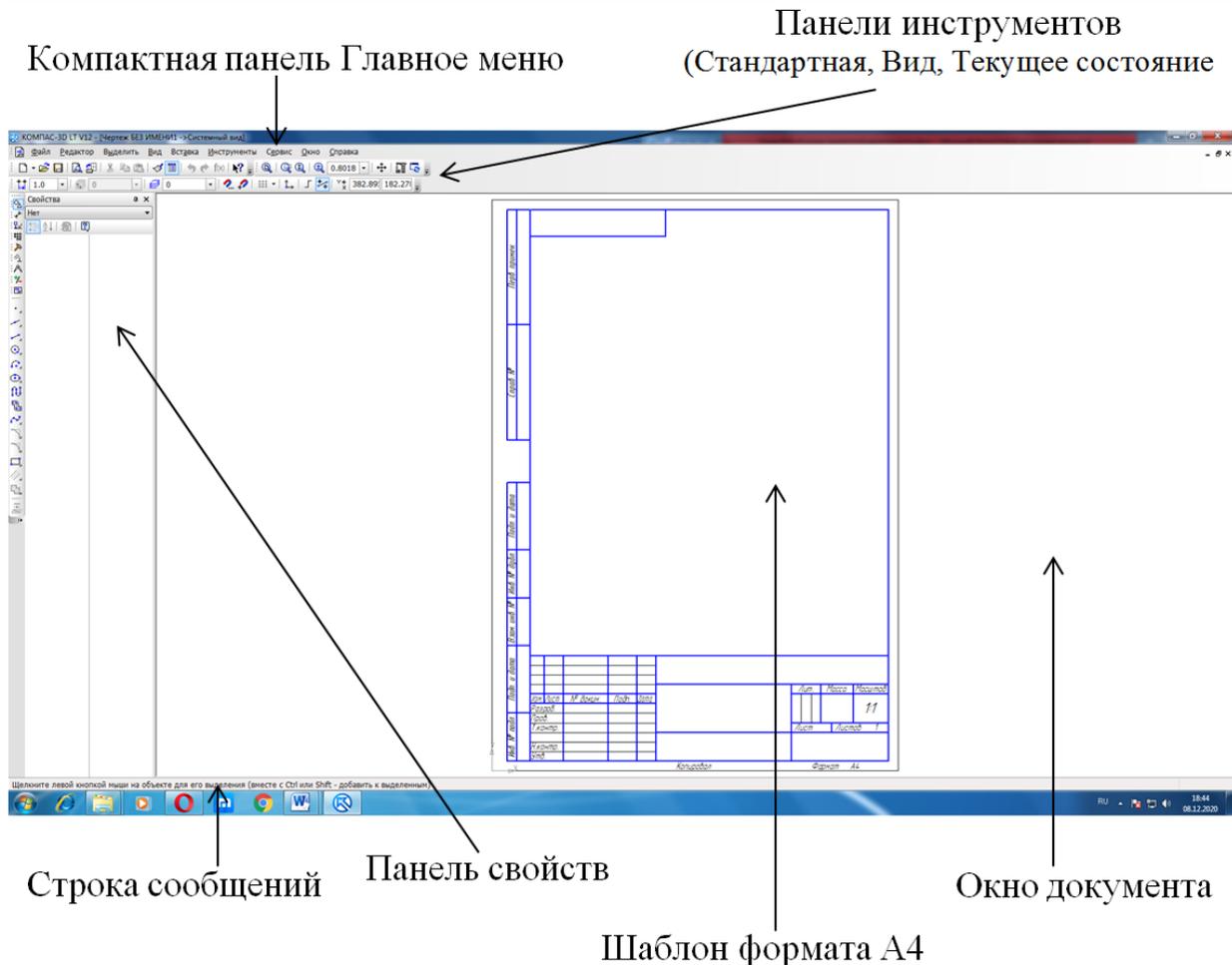


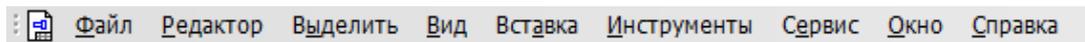
Рисунок 2.23 Элементы интерфейса ПО Компас (открыт документ Чертеж)

При запуске программы откроется главное окно системы (рисунок 2.23), в котором отображаются следующие элементы:

- 1) Главное меню
- 2) Панели инструментов (Стандартная, Вид, Текущее состояние)
- 3) Компактная панель
- 4) Строка сообщений
- 5) Панель свойств
- 6) Окно документа
- 7) Шаблон чертежа формата А4 в окне документа

1) **Главное меню** (2d, 3d) содержит в себе основные меню программы. С его помощью можно создать новый файл, сохранить, отправить его на печать,

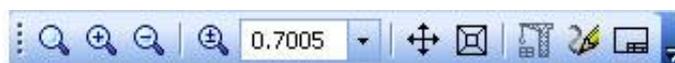
настроить интерфейс, создать и отредактировать чертеж, подключить библиотеки и многое другое.



2) **Панель Стандартная** - также расположена в верхней части экрана. Здесь продублированы наиболее часто используемые команды: Создать документ, Открыть, Сохранить, Отправить на печать.



3) **Панель Вид** - содержит команды для управления изображением. Можно менять масштаб, приближать, удалять чертеж.



4) **Панель Текущее состояние** - здесь расположены кнопки для управления курсором, его координаты. Также здесь можно установить/запретить привязки курсора, включить/выключить сетку (как в AutoCAD), режим ортогонального черчения.



5) **Панель Компактная (2d, 3d)** - самая популярная панель у пользователя Компаса. Здесь есть все, что нужно для создания и редактирования чертежа: геометрические фигуры, размеры, обозначения. Панель Компактная состоит из панели переключения и инструментальных панелей. На рисунке активизирована инструментальная панель Геометрия (точки, вспомогательные линии, отрезки, окружности).



6) **Панель Свойств** - первоначально ее на экране нет, она появляется при создании какого-либо элемента чертежа и служит для управления процессом создания этого элемента. Например, при создании отрезка, как показано на рисунке, можно задать координаты двух его точек, угол, длину, стиль линии.



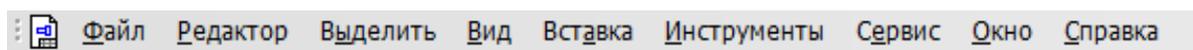
Здесь и далее вы можете увидеть на рисунках маленькие черные треугольнички. Они означают, что кроме отображаемой на экране есть еще другие похожие команды.

## Главное меню (2D). Команды и меню при работе с двухмерными чертежами в Компас 3D LT

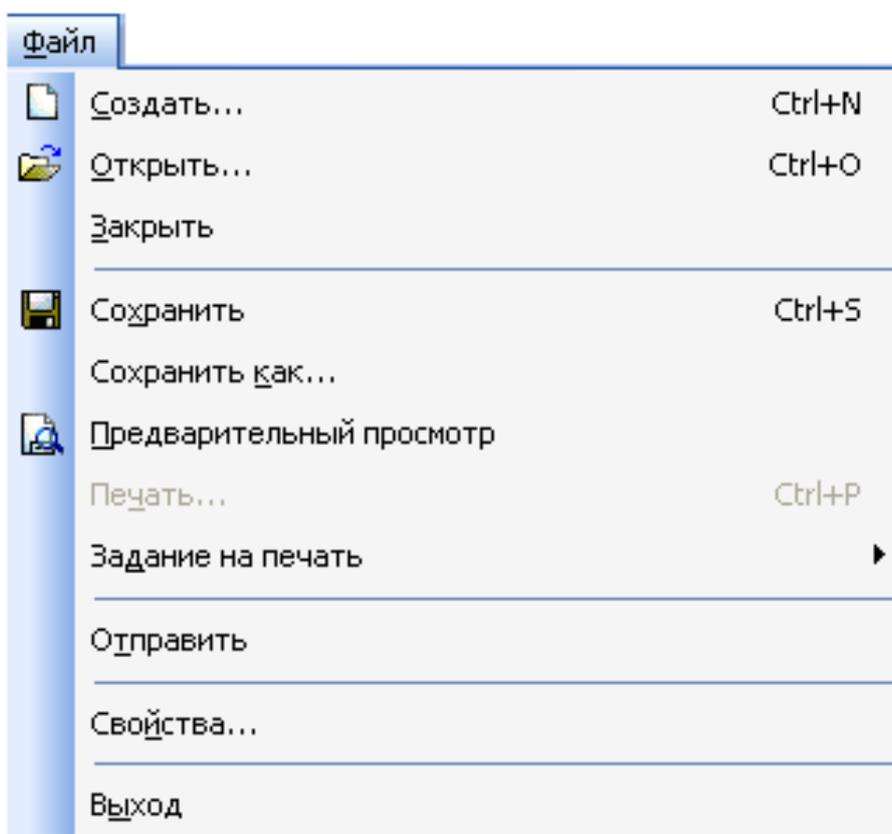
Главное меню двухмерного документа **Чертеж** содержит следующие элементы:

- 1) Меню Файл
- 2) Меню Редактор
- 3) Меню Выделить
- 4) Меню Вид
- 5) Меню Вставка
- 6) Меню Инструменты
- 7) Меню Сервис
- 8) Меню Окно
- 9) Меню Справка
- 10) Меню Библиотеки

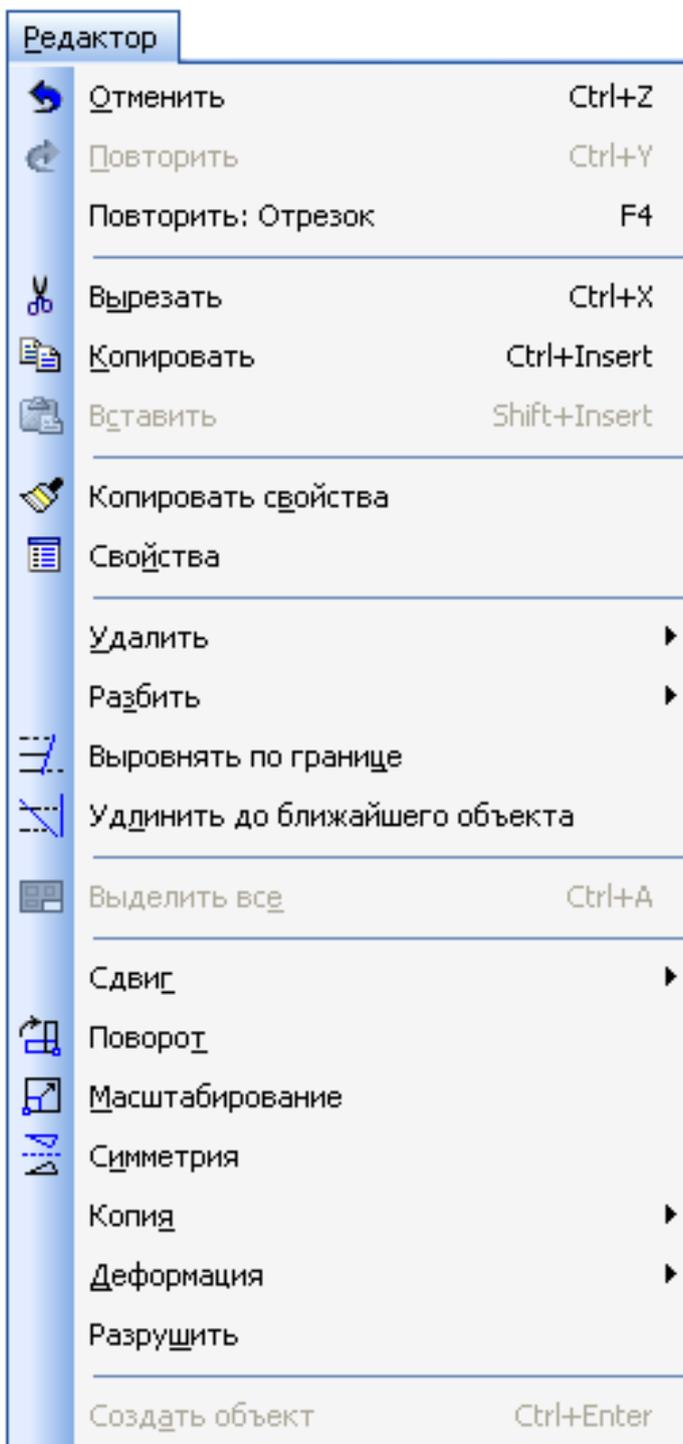
Чтобы не грузить вас лишней информацией мы рассмотрим только самое основное.



### Содержание пунктов меню



Меню **Файл** - это меню одинаково для 2D и 3D документов. Команды понятны всем, кто знаком хотя бы с Word-ом, поэтому на описании команд этого меню останавливаться не будем. Отметим только, что команда **Свойства** позволяет указать информацию об авторе чертежа, организации, в которой он работает.



## Меню Редактор.

1) **Отменить/Повторить** - команды относятся к последней выполненной операции. Например, после того как вы нарисуете отрезок с помощью команды *Отрезок* можно отменить выполненную операцию, если отрезок нарисован неправильно.

2) **Удалить** - в зависимости от того, что вам нужно с помощью этой команды можно удалить: выделенные объекты, вспомогательные кривые и точки, часть кривой, часть кривой между двумя точками, область, фаску/скругление, содержание основной надписи, технические требования, неуказанную шероховатость.

3) **Разбить** - позволяет разбить кривую на 2 части или на N равных частей.

4) **Выровнять по границе** - позволяет выравнивание кривых относительно заданной.

5) **Удлинить до ближайшего объекта** - здесь выбирается только объект для удлинения.

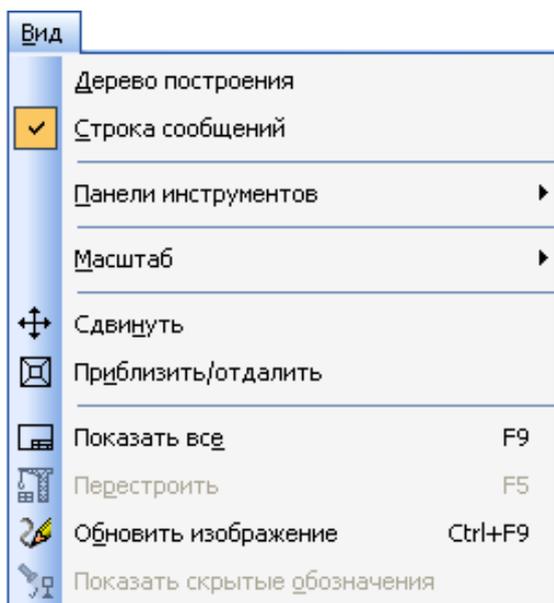
6) **Выделить все** - команда позволяет выделить все созданные ранее объекты.

7) **Сдвиг, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Копия,**

**Деформация** - команды редактирования геометрических объектов. Эти же команды есть и на панели Компактная, а использовать их мы будем при редактировании шестерни во 2 главе.

8) **Разрушить** - разбивает макрообъект на составляющие. Например, это может быть разбивка квадрата, выполненного как единое целое на четыре составляющие его отрезка.

9) **Создать объект** - команда для завершения процесса создания некоторых объектов.



## Меню Вид.

1) **Дерево построения** - может использоваться при создании чертежей по 3D моделям. В отличие от дерева построения для 3D модели применяется редко.

2) **Строка сообщений** - показывает различные подсказки. Например, при создании отрезка показывает следующую информацию: "Укажите начальную точку отрезка или введите ее координаты".

3) **Панели инструментов** - эта команда очень важная, позволяет включать или отключать отображения различных панелей инструментов на экране (Панель свойств,

Стандартная, Компактная и т.д.)

4) **Масштаб** - отвечает за увеличение, уменьшение изображения.

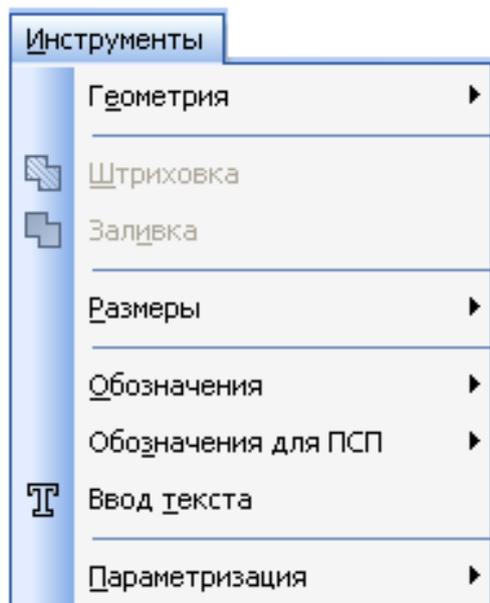
5) **Сдвинуть** - используется для перемещения по чертежу, когда он не вписывается полностью в экран (а он обычно никогда не вписывается).

6) **Приблизить/отдалить** - команда похожа на Масштаб, но масштаб изображения в данном случае меняется более плавно.

7) **Показать все** - автоматическое изменение масштаба для отображения на экране всего чертежа

8) **Перестроить** - используется при создании чертежей по 3D моделям и позволяет автоматически перестроить чертеж при изменении 3D модели.

9) **Обновить изображение** - бывает так, что часть изображения после ее удаления остается на экране. В таких случаях пользуются этой командой.



## Меню Инструменты.

1) **Геометрия** - здесь собраны все команды для черчения (Отрезок, Окружность, Дуга, Эллипс и т.д.)

2) **Штриховка** - штриховка выбранной замкнутой области

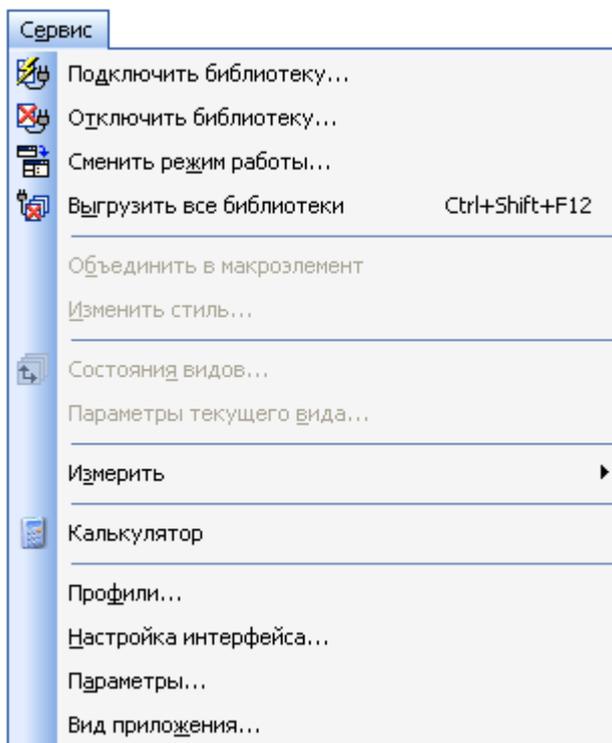
3) **Заливка** - заливка выбранной замкнутой области цветом

4) **Размеры** - команды для указания размеров (линейных, угловых, диаметральные, радиальных и др.)

5) **Обозначения** - содержит команды для про- становки шероховатости, баз, линий выносок, допусков форм.

6) **Ввод текста** - команда добавления текста в какую-либо область чертежа.

7) **Параметризация** - позволяет работать со связями между элементами чертежа.



## Меню Сервис.

1) **Подключить/отключить библиотеку** - позволяет работать с библиотеками. В Компас 3D V10 LT, например, таким образом можно вкл/выкл конструкторскую библиотеку стандартных деталей (болты, винты, гайки, подшипники).

2) **Объединить в макроэлемент** - операция обратная команде **Разрушить**. Объединяет несколько графических элементов в одно целое.

3) **Изменить стиль** - позволяет изменить стиль выбранных элементов (например, осевую линию на штриховую)

4) **Измерить** - позволяет провести из-

мерения расстояния между двумя точками, расстояния между двумя точками на кривой, угла по трем точкам, длины кривой, площади.

5) **Профили** - содержит профили пользователей (настройки рабочего окна, настройки параметров системы, настройки параметров новых документов)

6) **Настройка интерфейса** - настройка отображения команд, меню т.д.

7) **Параметры** - настройка параметров системы и текущего документа

8) **Вид приложения** - настройка вида приложения (стиль приложения, цветовые схемы, расширенные всплывающие подсказки).

## Панель инструментов Компактная для 2d чертежей. Геометрия, Размеры, Редактирование.

Работать с Компактной панелью инструментов в Компас конструктору приходится постоянно. Здесь собраны все инструменты для построения и редактирования чертежа. Большинство команд намного удобнее использовать из этой панели, а не вызывать их из Главного меню. Панель Компактная состоит из панели переключения (слева от черты) и инструментальных панелей (отображаются справа). При работе с чертежами Компактная состоит из следующих панелей инструментов:

- 1) Геометрия
- 2) Размеры
- 3) Обозначения
- 4) Редактирование
- 5) Обозначения для ПСП
- 6) Параметризация
- 7) Измерения (2D)
- 8) Выделение

## 9) Ассоциативные виды

### Геометрия



На панели инструментов **Геометрия** находятся команды для построения геометрических объектов: точка, отрезок, окружность, эллипс, дуга, кривая Безье, прямоугольник. А кроме того и такие команды как вспомогательная прямая, фаска, скругление, эквидистанта, штриховка.

### Размеры



Можно указать линейный размер, диаметальный, радиальный, угловой, размер высоты.

### Обозначения



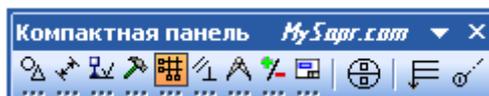
Эта панель инструментов позволяет вставить текст в произвольном месте, указать шероховатость, базу на чертеже, стрелку взгляда, обозначить позиции, центр. Также здесь содержатся команды по созданию линий-выносок, допусков формы, линий разреза, выносных элементов.

### Редактирование



Эта панель инструментов содержит команды для редактирования объектов: сдвиг, поворот, масштабирование, симметрия, копирование, деформация сдвигом, усечь кривую, разбить кривую, очистить область.

### Обозначения для ПСП



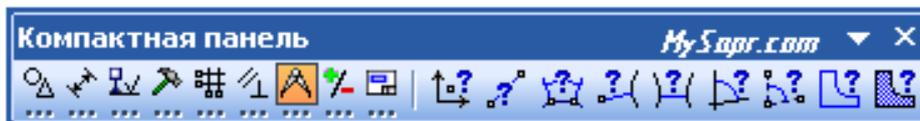
Панель содержит команды номер узла, выносная надпись, прямая координатная ось, но промышленно-строительное проектирование мы затрагивать пока не будем, так что эта панель нам пока не нужна.

## Параметризация



Содержит команды для создания связей между элементами чертежа: горизонтальность, параллельность, касание и другие команды. Ее удобней использовать при создании эскизов для 3d моделей.

## Измерения (2D)



Здесь содержатся команды определения координат точек, расстояния между двумя точками, расстояния между двумя точками, расстояния от точки до кривой, расстояния между двумя кривыми, угла между двумя прямыми/отрезками, угла по трем точкам, длины кривой, площади.

## Выделение



С помощью команд этой панели инструментов можно выделить любой элемент чертежа. Названия следующие: выделить по свойствам, выделить все, выделить объект указанием, выделить слой указанием, выделить вид указанием, выделить рамкой, выделить вне рамки, выделить текущей рамкой, выделить текущей ломаной, выделить прежний список, выделить по типу, выделить по стилю кривой. Как видно, команд выделения очень много, но на практике большинство из них не используется.

## Ассоциативные виды



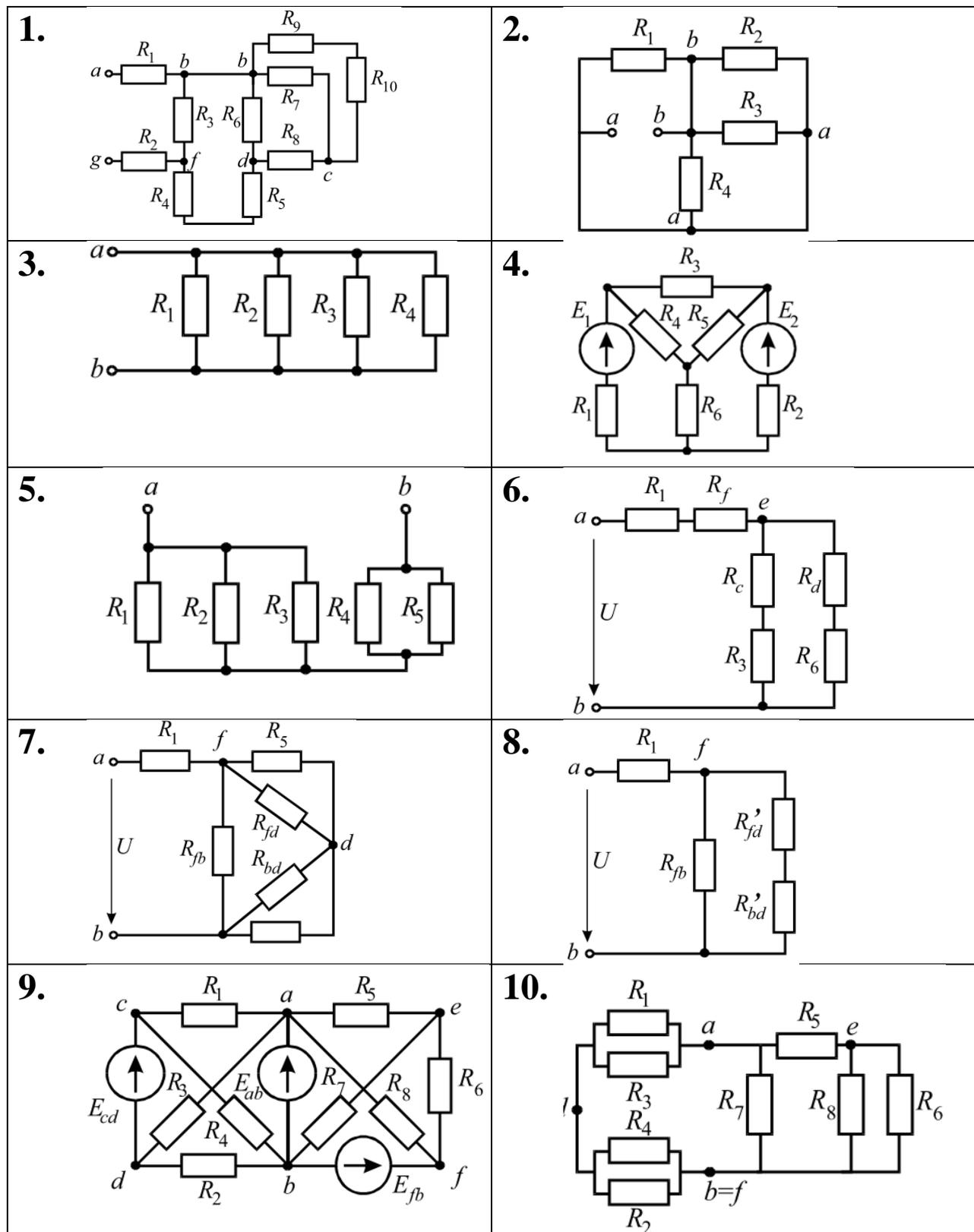
Используется при создании чертежей по 3d моделям. Позволяет создать новый вид с модели, стандартные виды, разрез/сечение 3d модели.

Принципы выполнения чертежей и команды редактирования имеют много общего со средой AutoCad. При необходимости данный материал можно изучить самостоятельно.

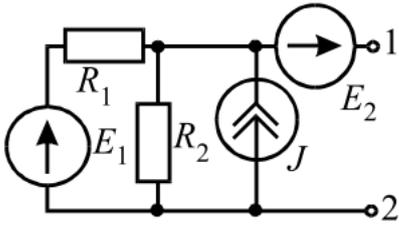
## 2.8. Контрольное задание

Начертите в среде AutoCad (Компас 3D) фрагмент схемы согласно варианта, приведенного ниже

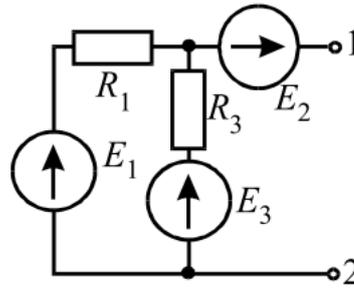
### Варианты заданий



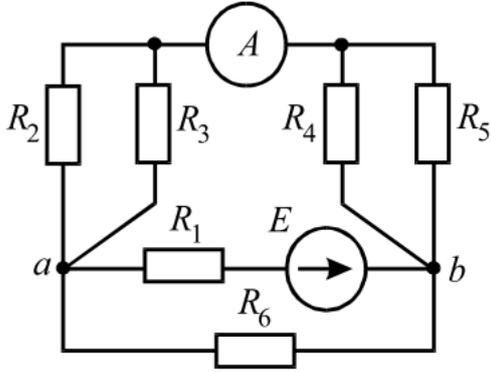
11.



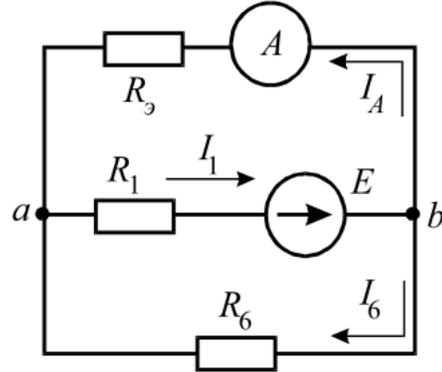
12.



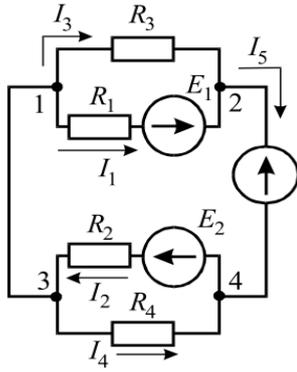
13.



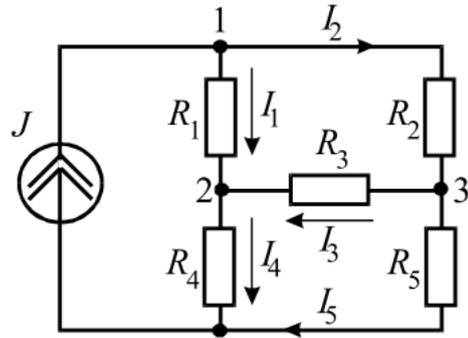
14.



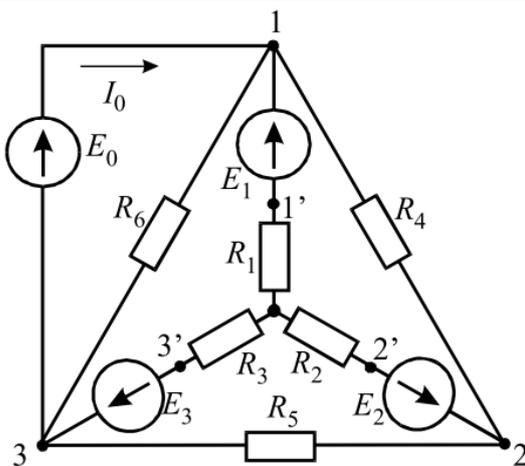
15.



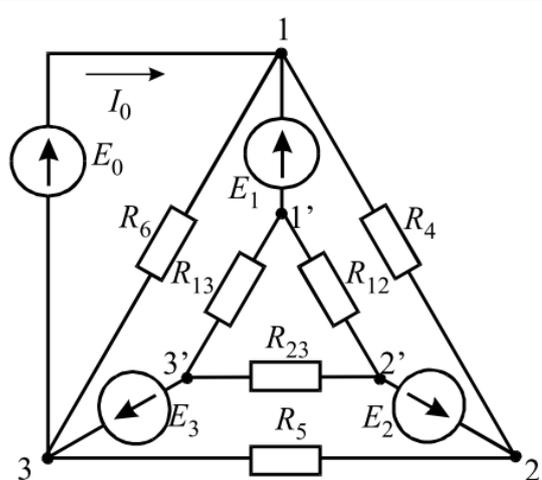
16.



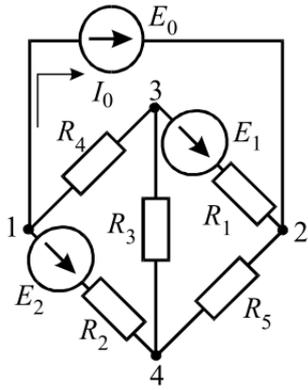
17.



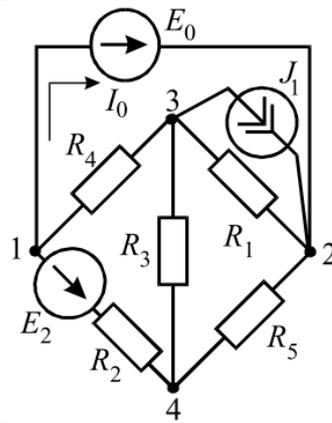
18.



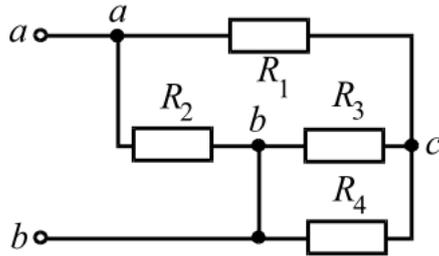
19.



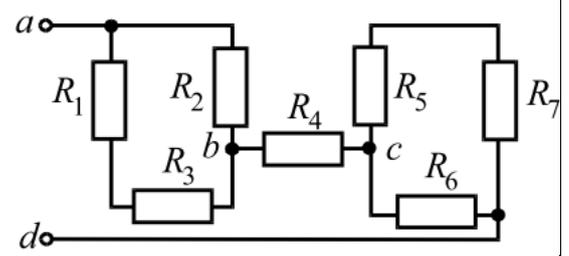
20.



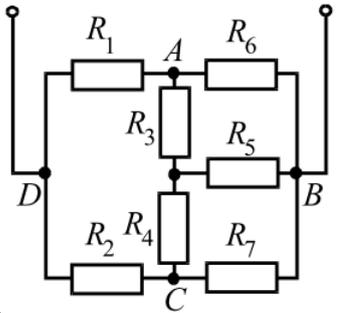
21.



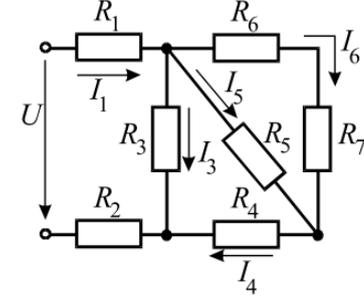
22.



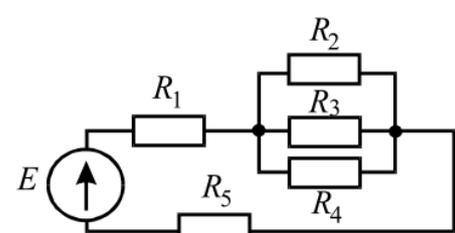
23.



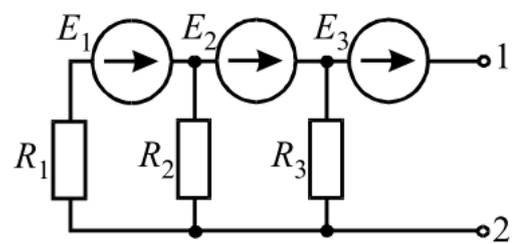
24.



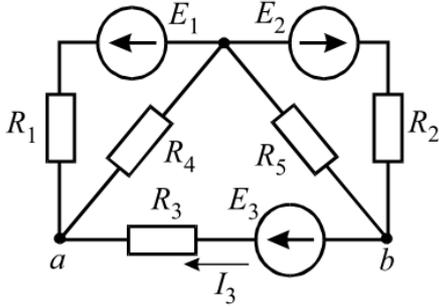
25.



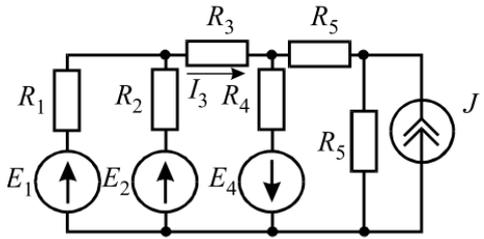
26.



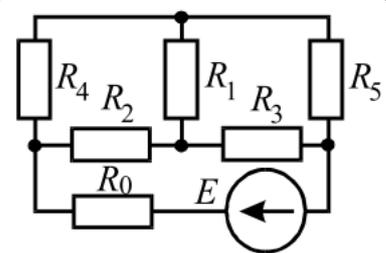
27.



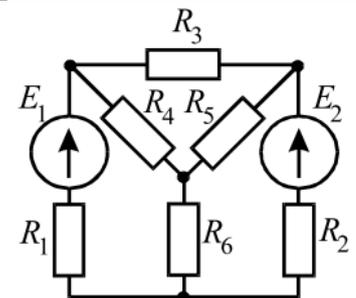
28.



29.



30.



### 3 Организация проектной деятельности для решения профессиональных задач

#### 3.1 Общие вопросы проектирования. Единая система конструкторской документации. Область применения, структура и обозначение стандартов ЕСКД.

В настоящее время в стране действует комплекс государственных стандартов - Единая система конструкторской документации, которые устанавливают взаимосвязанные правила разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Правила распространяются на организации и предприятия, разрабатывающие и применяющие конструкторскую документацию, в том числе и высшие учебные заведения.

Общие положения по назначению, области применения, классификации и обозначению стандартов комплекса ЕСКД устанавливает ГОСТ 2.001 - 70 «ЕСКД. Общие положения»

Установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации - основное назначение стандартов ЕСКД.

Таблица 3.1

Классификационные группы стандартов ЕСКД

Содержание стандартов
Общие положения
Основные положения
Классификация и обозначения изделий
Общие правила выполнения чертежей
Правила выполнения чертежей машиностроения и приборостроения
Правила обращения конструкторских документов (учет, хранение и дублирование)
Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
Правила выполнения схем
Правила выполнения документов строительных, судостроения и горных
Прочие стандарты

Правила и положения, установленные стандартами ЕСКД, распространяются на все виды конструкторских документов (чертежи, схемы, технические условия и др.), учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы. При обозначении стандартов ЕСКД используется классификационный принцип: ГОСТ 2. 7 10 - 81, где ГОСТ - государственный стандарт; 2 - класс стандартов (ЕСКД - присвоен класс 2); 7-классификационная группа стандартов; 10-порядковый но-

мер стандарта в группе; 81-год регистрации стандарта. Состав стандартов ЕСКД определяется перечнем, представленном в Указателе стандартов, ежегодно публикуемом Государственным комитетом по стандартам.

В таблице 3.1. приведено распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам.

### **Виды изделий и комплектность конструкторских документов**

Изделием, в соответствии с ГОСТ 2.101-68 «Виды изделий», называется предмет или совокупность предметов производства. В зависимости от назначения их подразделяют на изделия основного производства и изделия вспомогательного производства.

Изделия основного производства используются для поставки (реализации) предприятием-изготовителем заказчику (потребителю), а изделия вспомогательного производства предназначены только для собственных нужд предприятия, т.е. это изделия, которые способствуют изготовлению изделий основного производства, например, оснастка технологии.

Изделия в зависимости от объема изготовления подразделяются на изделия единичного, серийного и массового производства. Изделия единичного производства изготавливаются в количестве одного или нескольких экземпляров, серийного - изготавливаемые периодически повторяющимися партиями (сериями), массового - изготавливаемые непрерывно большим объемом в течение продолжительного периода времени.

В области проектирования и производства главным признаком деления изделий на виды служит способ изготовления изделия, в соответствии с которым и разрабатывается конструкторская документация на него. По этому признаку все многообразие изделий ГОСТ 2.101-68 сводит к четырем видам: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталь - изделие из материала одной марки и однородного по наименованию, без применения сборочных операций.

Сборочная единица - изделие, составные части которого необходимо соединить между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (сваркой, пайкой и т.д.).

Комплекс - несколько изделий, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, служащих для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (например, система телесигнализации, в которую входят контролирующие пункты с передающим устройством, канал связи и приемное устройство).

Комплект - совокупность изделий общего эксплуатационного назначения для обслуживания и текущего ремонта изделия, к которому они прилагаются (например, комплект запасных частей).

Виды и комплектность конструкторских документов (КД) устанавливает ГОСТ 2.102-68 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов». КД отдельно или в совокупности с другими документами определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, из-

готовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонта.

Виды КД определяются видом изделия и стадиями разработки конструкторской документации.

Конструкторские документы в зависимости от содержания делятся на два типа:

графические КД - документы, содержащие графические изображения изделия и (или) его составных частей, т.е. это чертежи, схемы;

текстовые КД - документы, содержащие в основном текст, но могут в виде иллюстраций содержать графический материал.

КД в зависимости от стадий разработки подразделяются на проектные и рабочие.

К проектной документации относятся документы, состоящие из технического предложения, эскизного и технического проектов, которые разрабатываются при конструкторской проработке вариантов изделия для определения оптимального варианта технического решения и не предназначены для производства.

Рабочая конструкторская документация составляется для изготовления, контроля, приемки, поставки изделия и использования в условиях эксплуатации и ремонта. Поэтому рабочие документы разделяют на производственные, эксплуатационные и ремонтные.

В ГОСТ 2.102-68, ГОСТ 2.601-68, ГОСТ 2.602-68 и ГОСТ 2.701-84 приведена номенклатура видов КД в зависимости от стадии разработки и видов изделий.

Комплектность КД:

- основной конструкторский документ;
- основной комплект конструкторских документов;
- полный комплект конструкторских документов.

Основными конструкторскими документами являются:

- чертеж детали - для неспецифицированных изделий (деталей);
- спецификация - для специфицированных изделий (комплексов, сборочных единиц и комплектов).

Основной комплект КД изделия объединяет конструкторские документы всего изделия в целом.

Полный комплект КД изделия состоит в общем случае из документов основного комплекта КД на изделие и основных комплектов КД на все составные части данного изделия.

## **Организация создания и освоения технических систем**

ГОСТ 15.001-88 устанавливает порядок проведения работ по созданию и освоению народнохозяйственной продукции производственно-технического назначения, под которой понимается продукция для нужд предприятий, объединений и организаций. Положения данного стандарта выполняются заказчиком, разработчиком и изготовителем, т.е. участниками работ.

Целесообразность разработки продукции определяется требованиями

заказчика, эффективностью применения и возможностью экспорта. Технический уровень продукции устанавливается требованиями законодательных и других нормативных актов.

Стандарт предполагает использование двух основных подходов по организации разработки продукции: при наличии заказчика и при его отсутствии.

В первом случае разработка проводится по договору с заказчиком в виде хозяйственного договора или по другой форме взаимной договоренности.

Результатом разработки является научно-техническая продукция, которая передается заказчику.

Во втором случае, при отсутствии заказчика, разработка продукции является инициативной и может выполняться по конкурсу.

Заказчиком может являться государственная, кооперативная или общественная организация.

Разработчик, изучив спрос, условия применения, тенденции развития и имея научно-технический задел, проводит на основе исходных требований заказчика необходимые научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы, а также патентные исследования, функционально-стоимостной анализ, моделирование и др. методы.

Разработка продукции включает следующие виды работ (типовая схема): разработка технического задания и технической документации; изготовление и испытание опытных образцов; приемку разработки; подготовку и освоение производства.

Стандарт допускает исключение отдельных работ (этапов), совмещение или дополнение другими, например, при инициативных разработках может отсутствовать этап разработки технического задания. Разработка документации и подготовка производства - совмещение работ.

Основным исходным документом для разработки продукции является техническое задание (ТЗ), в котором представлены требования и основные этапы разработки.

Для совместного рассмотрения необходимо включать такие документы, как технические условия, программу и методику испытаний, патентный формуляр, эксплуатационные и ремонтные документы, если они предусмотрены к разработке. Указывается также документ для использования при оценке технического уровня и качества разрабатываемого изделия (карта технического уровня и качества продукции, отчет о патентных исследованиях, экспертные заключения). В ТЗ определяется порядок сдачи и приемки результатов разработки:

1. виды изготовленных образцов (экспериментальные, опытные, головные);
2. категории испытаний;
3. место проведения испытаний;
4. необходимость рассмотрения результатов на приемочной комиссии и ее состав;
5. документы, представляемые на приемку.

При разработке изделий по индивидуальным требованиям, не совпада-

ющими с требованиями стандартов, следует получить в Государственном комитете по стандартам, или в его территориальном органе заключение о возможности этой разработки.

Порядок работ до ТЗ ГОСТ 15.001-88 не устанавливает. Необходимость работ, в том числе и вопрос о разработке, согласования и утверждении ТЗ определяется по договоренности заказчика и разработчика.

Без договоренности рекомендуется следующий порядок: при имеющихся исходных требованиях заказчика ТЗ разрабатывает и утверждает разработчик по согласованию с заказчиком; при отсутствии у заказчика исходных необходимых данных он заказывает разработчику аванпроект или разрабатывает ТЗ совместно с заказчиком. В разработке ТЗ могут принимать участие и сторонние организации (при необходимости).

Подготовка ТЗ при инициативной разработке полностью является прерогативой разработчика.

Допускается использовать также в качестве ТЗ любой документ (контракт, эскиз и др.), признанный сторонами.

По согласованию с заказчиком на любой стадии разработки в ТЗ могут вноситься изменения, которые оформляются в виде дополнения к заданию.

ТЗ действует на стадии разработки, включая утверждение акта приемки опытного образца и доработку документации по результатам приемочных испытаний. Основным документом после этого является нормативно-технический (стандарт, технические условия или др.).

### **3.2 Контрольные вопросы**

1. Что такое ЕСКД?
2. Дайте определение понятию «деталь».
3. Дайте определение понятию «сборочная единица».
4. Что может включать техническое задание на проектирование?
5. Кто разрабатывает техническое задание?

### **3.3 Последовательность выполнения проектных работ. Правила и методики проектирования. Состав проектной документации. Разработка проектной документации.**

#### **Стадии разработки конструкторской документации**

Стадии разработки КД изделий всех отраслей промышленности и этапов выполнения работ устанавливает ГОСТ 2.103-68, таблица 3.2.

Обязательность выполнения стадий и этапов разработки КД устанавливается в ТЗ на разработку изделий.

Техническое предложение включает документы, предусмотренные ТЗ и содержащие технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации на изделия и различных вариантов возмож-

ных решений изделий, сравнительной оценки решений с учетом конструкторских и эксплуатационных особенностей нового и существующих изделий и патентные исследования. Техническое предложение выявляет дополнительные требования к изделию (технические характеристики, качественные показатели и др.), не указанные в ТЗ.

Таблица 3.2

Стадии разработки и этапы работ

Стадии разработки	Этапы работ
Техническое предложение	Подбор материалов. Разработка технического предложения с присвоением документам литеры «П». Рассмотрение и утверждение технического предложения.
Эскизный проект	Разработка эскизного проекта с присвоением документам литеры «Э». Изготовление и испытание макетов (при необходимости). Рассмотрение и утверждение эскизного проекта.
Технический проект	Разработка технического проекта с присвоением документам литеры «Т». Изготовление и испытание макетов (при необходимости). Рассмотрение и утверждение технического проекта.
Рабочая конструкторская документация:	Разработка конструкторской документации для - изготовления и испытания опытного образца без присвоения литеры.
а) опытного образца изделия, предназначенного для серийного или единичного производства	Изготовление и предварительные испытания опытного образца. Корректировка КД по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца с присвоением документам литеры «О»
б) изделия серийного производства	Изготовление и испытание установочной серии по документации с литерой «О». Корректировка КД по результатам изготовления и испытания установочной серии, а также оснащения технологического процесса изготовления изделия с присвоением конструкторским документам литеры «А»

При наличии аванпроекта на продукцию стадия «Техническое предложение» не предусматривается.

Техническое предложение после утверждения является основанием для разработки эскизного (технического) проекта.

Эскизный проект включает конструкторские документы по принципиальным конструктивным решениям об устройстве и принципе работы изделия.

После утверждения эскизный проект является основанием для разработки технического проекта или рабочей документации.

Технический проект разрабатывают для выявления окончательных технических решений, если это целесообразно сделать до разработки рабочей документации. В случае необходимости технический проект может предусматривать разработку вариантов отдельных составных частей изделия.

После рассмотрения и утверждения технический проект является основанием для разработки рабочей документации.

Стадии разработки рабочей конструкторской документации начинаются с разработки документации для изготовления и испытаний опытного образца изделия, предназначенного для серийного производства.

По результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца документам присваивается литера «О», после чего опытный образец подвергается приемочным испытаниям. Приемочная комиссия при соответствии опытного образца требованиям ТЗ, конструкторской документации и стандартов в акте приемки рекомендует данную продукцию (изделие) к постановке на производство. В данном случае конструкторским документам присваивается литера «О»

Разработка документации изделия серийного производства - следующая стадия, на которой производятся изготовление и квалификационные испытания установочной серии (первой промышленной партии) продукции. По результатам квалификационных испытаний принимается решение об окончательном освоении продукции, документации присваивается литера «А». С выпуском первого изделия, изготовленного по документации с литерой «А», осваивается установившееся серийное производство.

### **Обозначение изделий и конструкторских документов**

Для принятия оптимальных управляющих решений необходима оперативная обработка технико-экономической информации. В этих целях широко используются современные средства вычислительной техники, работа и функционирование которых невозможны без единого формализованного информационно-поискового языка, создаваемого использованием Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации (ЕСКК).

ГОСТ 2.201-80 «ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских изделий» устанавливает единую обезличенную систему обозначения изделий основного и вспомогательного производства и их конструкторских документов.

Использование ГОСТ 2.201-80 и Классификатора ЕСКД обеспечивают:

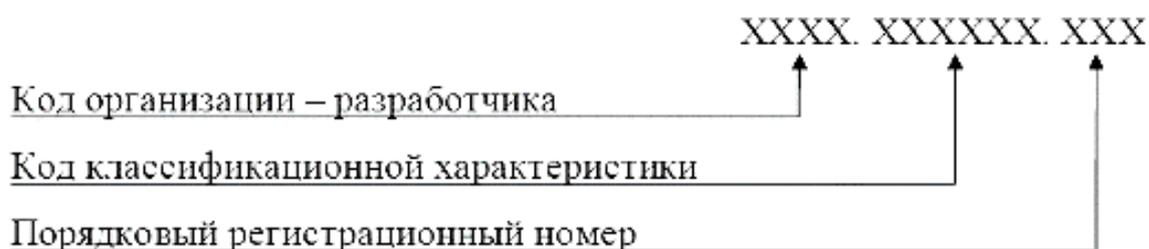
- установление единой обезличенной классификационной системы обозначения изделий и КД для всех отраслей народного хозяйства, позволяющей иметь единый порядок построения, оформления, учета, хранения и обращения документации;
- возможность использования КД, разработанной другими организациями, при разработке, производстве, эксплуатации и ремонте изделий без ее переоформления;

- внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР);
- определение направлений стандартизации и унификации изделий.

Все это дает возможность сократить сроки разработки, освоения в производстве и изготовления изделий, сократить номенклатуру изделий и запасных частей к ним, внедрить средства вычислительной техники в проектирование и управление производством.

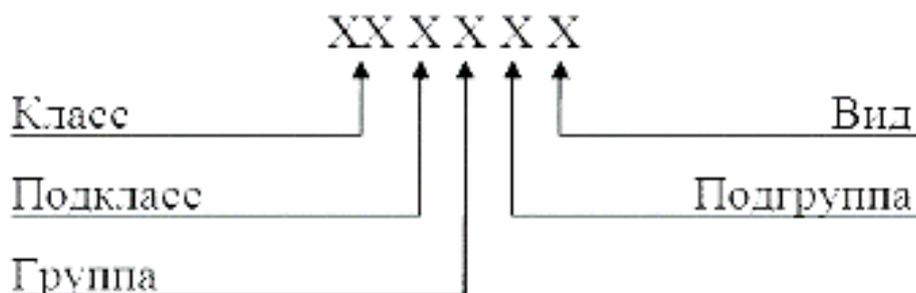
Обозначение изделия является одновременно обозначением его основного КД (чертежа или спецификации). Обозначения изделиям и КД присваиваются централизованно или децентрализованно. В первом случае обозначения присваивают организации по поручению министерств, ведомств в пределах объединения отрасли. Во втором случае обозначения присваивает сама организация-разработчик.

В общем виде обозначение изделия и его КД следующее:



Код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций - разработчиков. Код классификационной характеристики присваивается по классификатору ЕСКД. Порядковый регистрационный номер присваивается по классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика при децентрализованном присвоении обозначений, при централизованном - в пределах кода организации, выделенного для централизованного присвоения.

Структура Классификатора ЕСКД, который является основной частью обозначения изделий и КД, имеет вид:



### Форматы, основная надпись

ГОСТ 2.301-68 «ЕСКД. Форматы» устанавливает основные и дополнительные форматы листов чертежей, схем и других КД.

Размеры основных форматов и их обозначения представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Обозначения и размеры основных форматов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297
Предельные отклонения, мм	±3	±2			

Стандарт допускает применение формата A5 с размерами сторон 148x210 мм, а также дополнительных форматов на величину, кратную их размерам, например:

A0x2	A1x3	A2x4	A4x4
1189x1642	841x1783	594x1682	292x841

Предпочтительными являются основные форматы.

Объем и сложность проектируемого изделия, степень детализации данных, обусловленная назначением схемы, влияют на выбор формата. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, а при выполнении схемы на нескольких листах желательно и целесообразно иметь одинаковый формат всех листов.

Любой КД должен иметь основную надпись, содержащую общие сведения об изображаемых изделиях.

ГОСТ 2.104-68 «ЕСКД. Основные надписи» устанавливает формы, размеры, содержание, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в КД.

В графах основной надписи указывают:

графа 1 - наименование изделия, которое должно быть кратким, в именительном падеже единственного числа (на первом месте должно стоять имя существительное). После наименования изделия вписывают наименование документа (шрифтом меньшего размера, чем наименование изделия), если этому документу присвоен шифр, например: «Установка электрокалориферная. Схема электрическая соединений»

графа 2 - обозначение документа по ГОСТ 2.201-80;

графа 3 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);

графа 4 - литера, присвоенная документу по ГОСТ 2.103-68 (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки);

графа 5 - масса изделия по ГОСТ 2.109-73;

графа 6 - масштаб по ГОСТ 2.302-68 и ГОСТ 2.109-73;

графа 7 - порядковый номер листа;

графа 8 - общее количество листов документа (заполняется только на первом листе);

графа 9 - наименование и различительный индекс предприятия, выпуска-

ющего документ (графу не заполняют, если индекс имеется в обозначении документа);

графа 10 - характер работы, выполняемый лицом, подписывающим документ (заполняется по усмотрению разработчика, например, «Начальник службы», «Рассчитал»);

графа 11 - фамилии лиц, подписывающих документ;

графа 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11 (подписи разработчиков и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными);

графа 13 - дата подписания;

графы 14-18 - изменения; заполняются в соответствии с ГОСТ2.503-74 «ЕСКД. Правила внесения изменений».

Основные надписи выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ2.303-68 «ЕСКД. Линии». Располагают основные надписи в правом нижнем углу КД. Формат А4 располагают только вертикально и основная надпись внизу листа вдоль короткой стороны листа. Форматы больше А4 могут располагаться как горизонтально, так и вертикально, основная надпись может быть указана как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны листа. Рамку, ограничивающую поле схемы, наносят сплошной основной линией на расстоянии 5 мм от границы формата сверху, справа и снизу; слева оставляют поле шириной 20 мм для подшивки схем.

### **Общие требования к текстовым документам**

Общие требования по выполнению и оформлению текстовых документов устанавливает ГОСТ 2.105-79 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

Текстовыми документами являются документы, содержащие в основном сплошной текст (расчеты, пояснительные записки, технические описания и т.п.) и текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т.п.).

Текстовые документы выполняются на форматах, установленных соответствующими стандартами ЕСКД и СПДС (системы проектной документации для строительства). Текстовые документы могут выполняться машинописным, рукописным, типографским способами и с применением печатающих и графических устройств выводов электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

При выполнении документов машинописным способом текст печатается на одной стороне листа через два интервала, лентой только черного цвета, шрифтом с высотой не менее 2,5 мм .

Рукописный способ выполняется чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 «ЕСКД. Шрифты чертежные» с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм, черной тушью.

Документы, издаваемые типографским способом и с применением ЭВМ, выполняются на основании соответствующих требований и стандартов.

Вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки, а также выполнять иллюстрации необходимо черной тушью.

Разделы текста должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, подразделы - в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела также ставится точка. Разделы и подразделы можно составлять из одного или нескольких пунктов. Документ, не имеющий подразделы, нумеруется, например: 1.3 - третий пункт первого раздела; имеющий подразделы: 2.2.2 - второй пункт второго подраздела второго раздела, а если пункты необходимо разбить на подпункты, то нумерация идет в пределах каждого пункта - 3.2.1.1, 3.2.1.2 и т.д.

Наименование раздела должно быть кратким и соответствовать содержанию, записываться в виде заголовка прописными буквами.

Терминологию и определения следует применять едиными и соответствующими установленным стандартам, а при отсутствии стандарта - общепринятым в научно-технической литературе. Сокращения слов в тексте и подписях под иллюстрациями, за исключением общепринятых, как правило, не допускается. Перечень допускаемых сокращений слов устанавливает ГОСТ 2.316 - 68 «ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц».

Иллюстрации могут располагаться по тексту, в конце его или в приложении, нумеруют их в пределах раздела, например, «рис.1.1, рис.1.2». Допускается нумерация иллюстраций в пределах всего документа.

Размеры таблиц выбираются произвольно, высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

### **3.4. Контрольные вопросы**

1. Сколько форматов А4 содержит формат А1?
2. От чего зависит толщина сплошной толстой основной линии на чертежах?
3. Какой угол образуют оси  $X_1$ ,  $Y_1$  и  $Z_1$  в прямоугольной изометрии?
4. Каковы размеры формата А1?
5. Как записываются масштабы увеличения?
6. Что такое масштаб?
7. Какие размеры наносят на сборочных чертежах?
8. Каков размер шрифта номеров позиций?
9. Как правильно помещать номера позиций?
10. Каковы единицы измерения размерных чисел на чертежах?
11. Как отражается масштаб на размерных числах чертежа?
12. Применяются ли масштабы при выполнении эскизов?

## **4 Организация выполнения и защиты выпускной квалификационной работы**

### **4.1 Преддипломная практика**

Преддипломная практика, является началом подготовки к выпускной квалификационной работе. Её основное назначение - сбор материалов для выполнения ВКР, поэтому перед отправкой на практику следует уточнить темы выпускных квалификационных работ. Методика сбора материалов и перечень объектов изучения на практике зависят от профиля.

Электрификация технологических процессов требует изучения технологического процесса, машин, оборудования, средств автоматизации и информатизации на выбранном для проектирования объекте. Расчлняя технологический процесс на отдельные операции, необходимо установить характер операций, их последовательность, режимы работы оборудования, сравнивая их с номинальными данными, определить энергетические параметры процесса, производительность труда, состояние мер по охране труда, степени автоматизации, технические средств автоматизации и информатизации. На основе анализа собранных материалов с привлечением сведений о прогрессивных технологиях студент-практикант обязан либо выбрать наиболее рациональную и прогрессивную технологию заданного производственного процесса, либо разработать рекомендации, направленные на уменьшение доли ручного труда, улучшение качества продукции, снижение энергоёмкости процесса и т.п.

Профиль обучения – автоматизация технологических процессов и производств (в сельском хозяйстве) требует анализа состояния систем управления технологическими процессами, управления предприятием. На основе анализа необходимо предложить меры по совершенствованию систем управления на основе современных технических средств. Необходимо привести схемы технологических процессов, систем управления, принципиальные схемы, рассчитать качественные параметры их работы. Необходимо привести алгоритмы работы, программы, указать требуемые параметры настройки.

На основе полученных данных необходимо разработать рекомендации по выбору современного электрооборудования по техническим характеристикам и экономическим критериям, предложить меры реструктуризации сетей для экономии электроэнергии и повышении ее качества. Определить резервный фонд электрооборудования, разработать мероприятия по технической диагностике электрооборудования, предложить мероприятия по повышению надежности электрооборудования и автоматизации технологических процессов, а так же освещения (вентиляции, обогрева и др.).

Результаты этой работы студенту рекомендуется доложить на техническом совете предприятия, а выписку из протокола приложить к отчёту по практике.

Во время преддипломной практики студент изучает объект проектирования и собирает материалы для выпускной квалификационной работы по следующим вопросам

1. Производственно - хозяйственная характеристика хозяйства
  - Название хозяйства его адрес и расстояние до ближайшей железнодорожной станции, др. транспортных узлов, объектов сбыта продукции,
  - Краткая характеристика производственной деятельности хозяйства,
  - Основное направление развития хозяйства,
  - Природно-климатические характеристики района,
  - Основные показатели развития хозяйства.
2. Производственно - техническая характеристика объекта электрификации
  - Основные технические показатели развития,
  - Количество и характеристика помещений, их размеры,
  - Технология производства и состояние механизации,
  - Характеристики систем водоснабжения, теплоснабжения и вентиляции помещений и др. объектов
  - Технические данные механизмов, агрегатов и установок, объединенных технологическим процессом,
  - Перспективы развития на 5 лет,
3. Общие сведения по электрификации хозяйства
  - Источники электроснабжения количество, мощность и место их расположения,
  - Протяженность электрических линий и их техническое состояние,
  - Динамика изменения потребления электроэнергии за последние 5 лет,
  - Характеристика надежности электроснабжения,
  - Годовые затраты на электроэнергию.
4. Анализ состояния электрификации объекта проектирования
  - Наличие и состояние электрооборудования,
  - Состояние электрификации технологических процессов,
  - Характеристика установок для освещения и облучения, нагрева, выполнения др. технологических операций,
  - Характеристика автоматизации производственных процессов,
  - Вид проводок и тип пусковой и защитной аппаратуры,
  - Наличие контуров заземления,
  - Характеристика распределителей,
  - Структура и численность электротехнической службы, ее материальная база,
  - Организация технического обслуживания и текущего ремонта электрооборудования,
5. Ознакомление с проектно - техническими материалами,
  - Генеральный план хозяйства или объекта электрификации с указанием основных зданий и сооружений, электрических линий, источников питания электроэнергией,
  - Планы и разрезы зданий с размещением технологического и осветительного оборудования,
  - Принципиальные электрические схемы электрификации и автоматизации объекта,
  - Электрические схемы соединений и подключений.

6. Подбор литературы по теме и специальной части ВКР

7. Ознакомление с последними достижениями науки по спецвопросу.

Для экономического обоснования проекта необходимо изучить экономические показатели предприятия:

- 1) объём и качество выпускаемой продукции;
- 2) количество персонала, обслуживающего технологическое оборудование, в том числе состав электротехнической службы;
- 3) капитальные и эксплуатационные затраты на электрооборудование в целом и по группам;
- 4) действующие нормативы на амортизацию оборудования, отчислений на его текущий и капитальный ремонт, нормативный коэффициент эффективности оборудования;
- 5) расход и стоимость материальных и энергетических ресурсов;
- 6) мощность и КПД электроустановок;
- 7) себестоимость выпускаемой продукции;
- 8) долю накладных расходов;
- 9) приведённые затраты;
- 10) организацию эксплуатации и ремонта электрооборудования;
- 11) отказы электрооборудования и перерывы электроснабжения;
- 12) состояние мероприятий по экономии электроэнергии на предприятии и компенсации реактивной мощности;
- 13) уровень автоматизации процессов освещения, отопления, водоснабжения и др. технологических процессов.

По окончании преддипломной практики студенты должны представить на курирующие кафедры:

1. Дневник прохождения преддипломной практики,
2. Отчет по практике,
3. Характеристику на студента прошедшего преддипломную практику с указанием оценки руководителя практики, подпись и печать предприятия.

Форма заполнения дневника представлена в приложении 1.

Отчет оформляется на листах формата А4 с рамкой установленного образца (образец оформления титульного листа отчета представлен в приложении 1). Объем отчета до 10-15 страниц. В отчет входят собранные в течении практики материалы.

## 4.2 Тематика ВКР

В качестве объекта для ВКР может быть выбрана: действующая на предприятии (организации) информационная система (подсистема); действующая система автоматизации технологического агрегата (комплекса, предприятия); методы, способы и алгоритмы идентификации, регулирования, планирования, нормирования, учёта, контроля, прогнозирования, измерения, оценивания; технические средства систем автоматизации и информационных систем; автоматизированные обучающие системы; организационные механизмы управляющих систем; физические, физико-математические модели и натурно-модельные комплексы и т.д. используемые на предприятиях по производству, переработке

сельскохозяйственной продукции, сервису и техническому обслуживанию машин и оборудования сельского хозяйства.

Тему выпускной квалификационной работы можно сформулировать: Реконструкция (совершенствование, модернизация) электрификации (электропитания) предприятия (отделения, цеха, линии, фермы и др. объектов). Далее следует название предприятия и его расположение (район, город, область). С разработкой ... (указывается сущность спецвопроса ВКР).

Примерные темы специальных вопросов приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Примерные темы специальных вопросов

№ п/п	Тема специального вопроса
1.	разработка средств автоматического (микропроцессорного, компьютерного) управления технологическим оборудованием;
2.	автоматизация сельскохозяйственной машины или агрегата (с разработкой технического средства автоматики);
3.	разработка электромеханизации трудоёмких работ;
4.	реструктуризация электротехнической службы;
5.	реконструкция ремонтно-обслуживающей базы электрооборудования;
6.	модернизация электрической установки или средств управления;
7.	разработка (модернизация) электрооборудования, снижающего энергоёмкость технологического процесса.
8.	разработка воздушной или кабельной линии электроснабжения сельскохозяйственного предприятия или жилой зоны;
9.	разработка или реконструкция релейной защиты распределительных сетей и районных подстанций;
10.	разработка или реконструкция грозозащиты объекта (в местностях с интенсивной грозовой деятельностью);
11.	разработка нетрадиционной или энергосберегающей (например, с использованием альтернативных источников энергии) схемы электропитания сельских потребителей.
12.	разработка технологии капитального ремонта электродвигателей;
13.	разработка технических средств диагностики электрооборудования;
14.	совершенствование системы технического обслуживания и ремонта
15.	организация электротехнической службы с разработкой мероприятий по обеспечению работоспособности электрооборудования;
16.	разработка автоматизированной системы управления технологического процесса;
17.	разработка системы управления предприятием;
18.	разработка системы энергообеспечения, использующей альтернативные (возобновляемые) источники энергии

В случае комплексной темы, разрабатываемой несколькими студентами, работа каждого студента представляет собой самостоятельную разработку части крупной системы электрификации или нескольких систем на одном объекте.

Темы работ с указанием руководителей утверждаются приказом ректора. Следует помнить, что после выхода приказа ректора изменения тем ВКР не допускаются.

#### **4.3 Задание на выпускную квалификационную работу**

Задание на ВКР выдается руководителем после корректировки и утверждения выпускающей кафедрой не позднее, чем за две недели до начала дипломного проектирования.

В задании указываются фамилия, имя и отчество студента, шифр направления, тема проекта, исходные данные, перечень разделов, подлежащих разработке с указанием сроков их выполнения, требования к содержанию пояснительной записки, объем графического материала и срок сдачи готового проекта на кафедру.

Обязательными разделами в задании являются разделы безопасности жизнедеятельности и экономического обоснования.

В разделе задания «Исходные данные» указываются источники данных для выполнения ВКР, назначение, область применения и основные параметры проектируемого объекта (устройства). Руководитель обязан как можно подробно сформулировать вопросы, подлежащие исследованию или расчёту в работе.

На основании исходных данных по теме проекта, результатов преддипломной практики, патентного поиска и литературных данных, полученных в процессе работы над ВКР, студент с помощью руководителя разрабатывает *техническое задание* (ТЗ) на проектируемое устройство. Анализ ТЗ и этапы его реализации приводятся в пояснительной записке.

#### **4.4 Документация к ВКР**

В качестве документации к ВКР представляется пояснительная записка (60-80 листов формата А4 в жесткой обложке) и не менее 6 чертежей формата А1. Для выполнения доклада при защите ВКР возможно предоставление чертежей в мультимедийном исполнении, при этом в пояснительную записку обязательно подшиваются подписанные чертежи формата А3, а каждому члену ГЭК предоставляются копии всех чертежей и другой необходимый раздаточный материал.

Обязательными компонентами графической части должны быть листы, отражающие общую часть проекта (2-3 листа), специальную часть проекта (2-3 листа), безопасность жизнедеятельности и экологию (1 лист) и экономическую часть (1 лист)

В случае исследовательского характера работы необходимо привести структурную схему экспериментальной установки, результаты моделирования, экспериментальных исследований (фотографии, графики, таблицы), схемы алгоритмов и компьютерные программы и др. чертежи и схемы.

Пояснительная записка обязательно должна содержать обзор литературы, результаты патентного поиска, а также описание теоретических и экспериментальных исследований.

Поощряется представление на защиту изготовленных натуральных макетов, образцов или приборов, фотографий установок, выполнение работы по заявке предприятия, наличие документов о внедрении разработки, исследовательский характер выпускной квалификационной работе.

Соблюдение ГОСТов и других стандартов при выполнении текстовой и графической части работы обязательно.

#### **4.5 Выполнение выпускной квалификационной работы**

Для своевременного выполнения ВКР необходимо разработать календарный план работы. При его составлении рекомендуется придерживаться следующих норм времени на проектирование:

- обзор литературы, патентный поиск, выбор технологических и структурных схем, обоснование работы - 15%,
- технологическая часть проекта - 20%,
- конструкторская часть, 20%
- оформление графического материала - 18%,
- экономические расчеты, раздел БЖД – 17%,
- подготовка пояснительной записки и доклада к защите - 10%.

Во время выполнения ВКР могут встретиться непредвиденные помехи (отказ приборов или их отсутствие, болезнь студента и др.), поэтому при составлении календарного плана рекомендуется планировать окончание работы не позднее, чем за 15-20 дней до начала работы ГЭК.

В период работы студент обязан еженедельно докладывать руководителю проекта о выполнении календарного плана. Результаты этой работы фиксируются на графике хода выполнения ВКР, вывешенном на стенде кафедры.

#### **4.6 Защита выпускной квалификационной работы**

##### **4.6.1 Подготовка к защите**

После оформления ВКР студент предоставляет работу на проверку консультантам, по результатам которой вносит необходимые корректировки в работу и получает подписи консультантов на титульном листе пояснительной записки, в разделах пояснительной записки, на чертежах.

Затем проект сдаётся на проверку руководителю, который подписывает титульный лист, заглавные страницы разделов пояснительной записки и чертежи.

Готовая работа представляется на кафедру не позднее 15 дней до начала работы ГЭК и заслушивается в форме предварительной защиты. По результатам заслушивания на кафедре принимается коллегиальное решение о допуске работы к защите. Руководитель делает запись в его зачетной книжке "допущен к защите", ставит свою подпись и дату.

Затем утверждается заведующим выпускающей кафедрой и направляется на рецензию.

Рецензентами назначаются ведущие преподаватели, а также опытные специалисты научных и проектных организаций, промышленных предприятий, научные сотрудники вузов.

Рецензент знакомится с ВКР и представляет письменную развернутую рецензию на бланке вуза, в которой отмечается:

- соответствие представленных материалов теме и заданию;
- краткую характеристику разделов ВКР;
- актуальность темы и практическая значимость для производства, научно-техническая ценность исследований;
- наличие оригинальных технических решений и использование современной технической базы;
- качество выполнения графической части и оформления пояснительной записки, соответствие требованиям стандартов;
- уровень теоретических обоснований инженерных решений, наличие экспериментов, обработки результатов исследований;
- в заключительной части рецензии дается оценка работы и рекомендация о присвоении квалификации.

Рецензия подписывается рецензентом и заверяется по месту его работы (для внешних рецензентов).

Защита ВКР на заседаниях ГЭК проходит в сроки, предусмотренные учебным планом направления, по графику, который составляется деканатом на основании приказа ректора академии, определяющего список студентов, допущенных к защите. График очередности вывешивается на доске объявлений деканата за 10 дней до защиты.

За день до защиты студент обязан передать секретарю ГЭК:

- законченную выпускную квалификационную работу, подписанную студентом, руководителем, консультантами и заведующим выпускающей кафедрой;
- зачетную книжку;
- письменную рецензию;

#### **4.6.2 Процедура защиты**

Защита ВКР производится с приглашением на заседание ГЭК преподавателей, сотрудников, работников производства, студентов. Обязательным является присутствие руководителя ВКР. Как правило, на доклад по теме проекта отводится 7-10 минут. Процедура защиты следующая:

- председатель ГЭК оглашает фамилию, имя, отчество студента, тему работы, руководителя и предоставляет слово для доклада;
- студент излагает основное содержание работы, используя чертежи и демонстрационные материалы, подчеркивая наиболее важные результаты;
- председатель ГЭК предоставляет слово секретарю комиссии для оглашения рецензии, а также сведений о поощрениях и взысканиях студента, других материалов;

- председатель ГЭК предоставляет слово выпускнику для ответов на замечания рецензента;
- председатель ГЭК предоставляет каждому члену комиссии слово для вопросов студенту, на которые он сразу должен ответить;
- председатель ГЭК может предоставить слово присутствующим на защите для вопросов выпускнику, на которые он также должен ответить;
- председатель ГЭК объявляет дискуссию, заслушиваются выступления членов ГЭК и присутствующих на защите;
- председатель ГЭК выясняет, есть ли замечания по процедуре защиты, которые при наличии вносятся в протокол заседания комиссии;
- председатель ГЭК объявляет об окончании защиты выпускной квалификационной работы.

### **4.6.3 Оценка результатов защиты**

При выставлении оценки члены ГЭК учитывают:

- соответствие содержания выполненного проекта заданию;
- обоснованность выбранного решения проекта;
- наличие и качество исследовательской части (использование достижений отечественной и зарубежной науки);
- оригинальность конструкторского или схемного решения;
- степень использования разделов общенаучных и общеинженерных дисциплин;
- степень использования типовых и оригинальных компьютерных программ;
- практическую ценность работы и возможность внедрения;
- теоретический и практический уровень подготовки студента (с учётом качества ответов на вопросы, отзыва руководителя и оценки рецензента, успеваемости студента за время обучения, дополнительных документов);
- качество доклада, выполнения пояснительной записки, чертежей и их соответствие стандартам;
- наличие заявки предприятия на проект.

Работа оценивается по каждому показателю, после чего член комиссии выставляет общую оценку работы. Оценка ГЭК выставляется как средняя из оценок членов комиссии. В спорных ситуациях решение принимает председатель комиссии.

Более высокой оценки заслуживают проекты, выполненные по заявкам предприятий, направленные на решение реальных задач сельскохозяйственного производства, решающие актуальные проблемы энерго и ресурсосбережения, содержащие результаты научных исследований по разработке и модернизации оборудования.

Оценка «отлично» выставляется студенту, выполнившему работу на актуальную тему, грамотно разработавшему все разделы, инженерные решения в котором обоснованы и подтверждены расчётами, отличаются новизной и оригинальностью, пояснительная записка и чертежи выполнены качественно, сде-

лавшему доклад логично с раскрытием особенностей ВКР и ответившему правильно и аргументировано на 90% вопросов.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, работа которого соответствует заданию и удовлетворяет стандартам, грамотно выполнившему все необходимые расчёты типовых или новых, но недостаточно обоснованных инженерных решений, с ошибками не принципиального характера в текстовой и графической части проекта, сделавшим хороший доклад и правильно ответившему на 70% заданных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если работа выполнена в полном объеме, на основе слабо обоснованных или типовых решений, чертежи и пояснительная записка имеют ошибки, свидетельствующие о пробелах в знаниях, в целом не ставящие под сомнение инженерную подготовку, доклад не раскрыл основные положения проекта, но ответил правильно на 50% заданных ему вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если в принятых инженерных решениях и расчётах работы изобилуют грубые ошибки, указывающие на недостаточную подготовку к инженерной деятельности, доклад сделан неудовлетворительно, содержание основных разделов не раскрыто, качество оформления проекта низкое, неправильные ответы составили более 50% заданных вопросов.

#### **4.6.4 Оглашение результатов защиты**

После защиты работ объявляется закрытое заседание ГЭК, где члены комиссии обсуждают результаты защиты и выносят решение об оценке каждого проекта. Работа оценивается по каждому вышеназванному показателю, после чего член комиссии выставляет общую оценку работы. Оценка ГЭК выставляется как средняя из оценок членов комиссии. В спорных ситуациях решение принимает председатель комиссии.

Затем приглашаются защищавшиеся студенты и присутствующие. Председатель ГЭК оглашает результаты защиты. Каждому выпускнику сообщается оценка его работы и присвоенная квалификация. В случае вручения дипломов с отличием, рекомендации комиссии по продолжению обучения в магистратуре, рекомендаций работы для внедрения в производство, наличия научных исследований в работе председатель ГЭК об этом сообщает публично.

При неудовлетворительной оценке по результатам защиты председатель ГЭК сообщает о возможности защиты того же проекта в дальнейшем (с доработкой, определяемой комиссией) или о выдаче нового задания.

#### **4.7 Требования к оформлению пояснительной записки и чертежей**

Пояснительная записка составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105 — 95 и ГОСТ 2.105 – 96.

Текст пояснительной записки может быть выполнен машинописным способом или написан от руки черными чернилами на одной стороне писчей бума-

ги формата А4 (297x210 мм) или на одной стороне листа через 1,5 интервала (при компьютерном наборе интервал - 1,3 строки) . Шрифт по ГОСТ 2. 304 – 81 с высотой букв не менее 2,5мм (при компьютерном наборе шрифт Times New Roman размер 14 пт или Arial размер 13 пт). Каждый лист оформляется рамкой с полями слева - 20мм и на 5мм от трех остальных. Расстояние от рамки формы до границ текста вначале и в конце строк – не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Внизу первого листа формата (раздела) ставят форму основной надписи по форме 2 ГОСТ 2.104 – 68 (рисунок 1), а на следующих листах раздела пояснительной записки по форме 2а ГОСТ 2. 104 – 68 (рисунок 2).

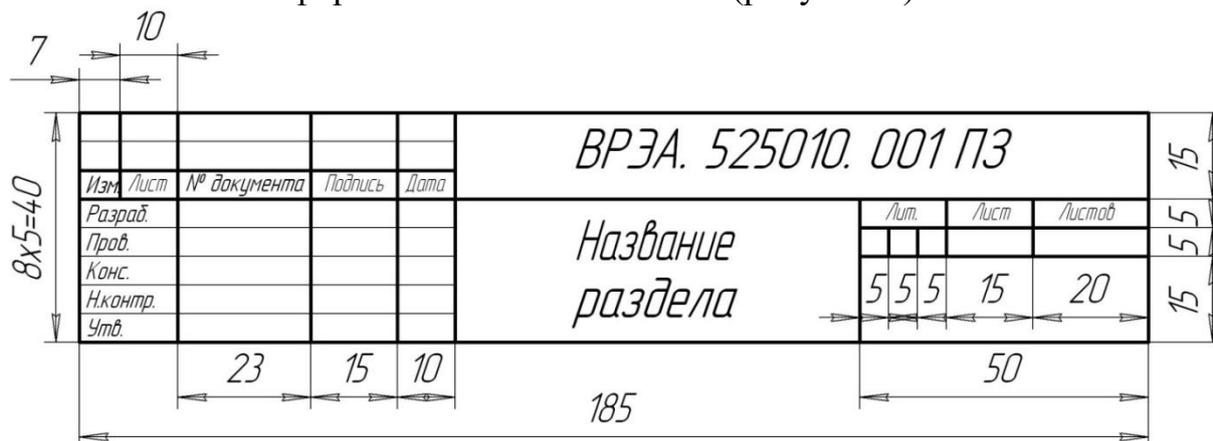


Рисунок 4.1 Форма 2 по ГОСТ 2. 104 - 68 для основной надписи текстовых документов и спецификаций

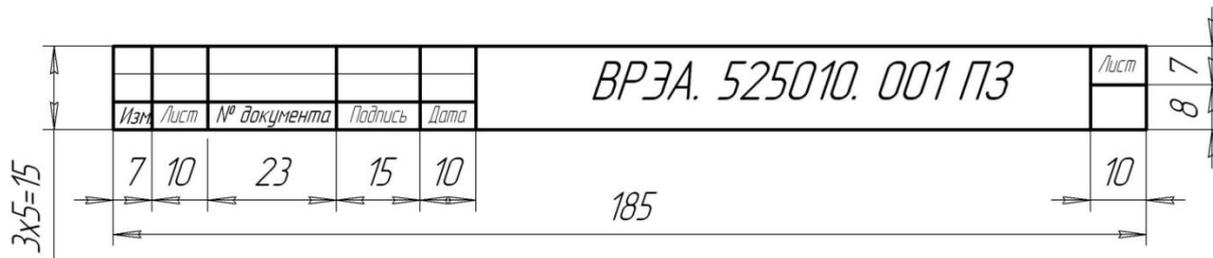


Рисунок 4.2 Форма 2а по ГОСТ 2. 104 - 68 для основной надписи на последующих текстовых документах и спецификациях

Содержание пояснительной записки следует разделять на разделы и подразделы.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят.

Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовками и текстом при выполнении машинописным способом должно быть равно 3...4 интервала (6 пт при компьютерном наборе или одна пустая строка), при выполнении рукописным способом – 15 мм.

Расстояние между разделами и подразделами - 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами в пределах всего документа. Точка в конце номера раздела не ставится.

Например, «4 Конструкторская часть»

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела.

Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Например, «2.5» - пятый подраздел, второго раздела.

Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

В начале помещают содержание, которое включают в общее количество листов пояснительной записки. Содержание помещают после титульного листа.

Все страницы пояснительной записки должны быть пронумерованы последовательно арабскими цифрами, вверху страницы, справа.

Титульный лист, задание, аннотация и содержание в общее число листов входит, но не нумеруются. Номер начинают проставлять с листа, на котором написано слово «Введение».

По разделам нумерация страниц выполняется в основной надписи текста по ГОСТ 2. 104 – 68.

### Обозначение документации ВКР

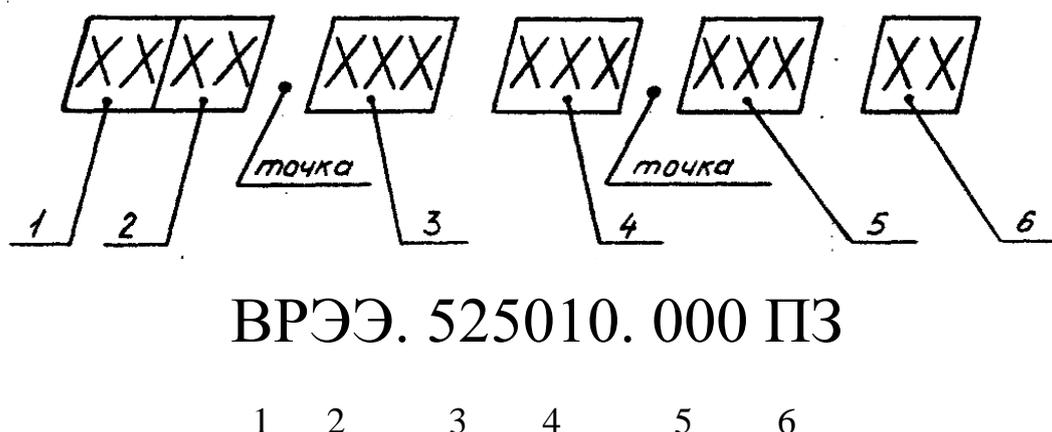


Рисунок 4.3 Форма основной надписи ВКР

где 1 – выпускная квалификационная работ - ВР;

2 - индекс кафедры: «Электроэнергетики и электротехнологий» - ЭЭ;  
«Автоматики, физики и математики» - АФМ

3 - три последние цифры зачетной книжки;

4 - номер изделия (пояснительная записка, лист графической части) от 10 до 990 (через 10 единиц, например: 010; 020; 030...990) Пояснительная записка, обычно, нумеруется 010, графические листы далее по порядку 020, 030 и т.д.;

5 - номера деталей (разделов пояснительной записки) от 001 до 999 ,(001; 002; 003, ..010; 011... 999).

6 - шифр документа:

ПЗ - для пояснительной записки и т.п.;

СБ - для сборочного чертежа;

ВО - для чертежа общего вида;

ГП – генеральный план;  
 СЧ – план цеха (строительный чертеж);  
 ЭЗ – электрическая схема, тип схемы – принципиальная.  
 Шифр схем (ГОСТ 2.701-68) определяется по таблице 2.

Таблица 4.2

Условные виды и типы схем

Вид схемы	Шифр	Тип схемы	Добавка к шифру
Электрическая	Э	Структурная	1
Гидравлическая	Г	Функциональная	2
Пневматическая	П	Принципиальная	3
Кинематическая	К	Соединений	4
Комбинированная	С	Подключения	5
		Общая	6
		Расположения	7

Структура последовательности пояснительной записки и графического материала:

ВРЭА. 525010. 000 ПЗ – пояснительная записка (спецификации, введение, содержание, литература).

Пример оформления шифров разделов пояснительной записки:

ВРЭЭ. 525010. 001 ПЗ – первый раздел пояснительной записки;

ВРЭЭ. 525010. 003 ПЗ – третий раздел пояснительной записки;

ВРЭЭ. 525020. 000 ГП – второй графический лист, чертеж генерального плана.

ВРЭЭ. 525030. 000 СЧ – третий графический лист, план цеха.

ВРЭЭ. 525040. 000 К1 – четвертый графический лист, кинематическая структурная схема.

ВРЭЭ. 525050. 000 Э4 – пятый графический лист, схема электрических соединений.

ВРЭЭ. 525060. 000 СБ – шестой графический лист, сборочный чертеж.

ВРЭЭ. 525070. 000 БЖ – седьмой графический лист, безопасность жизнедеятельности.

ВРЭЭ. 525080. 000 ЭП – восьмой графический лист, экономические показатели

Таблицы для чертежей

## Экспликация

15	Поз.	Наименование	Кол.	Тип
	тип 8	1	Кухня	2
2		Умывальник	2	
3		Туалет	2	
4		Душевые	2	
5		Раздевалка	2	
6		Спальные комнаты	4	
7		Гостинные комнаты	4	
10	85	10	15	
		120		

Рисунок 4.4 Экспликация для строительных планов

## Экспликация зданий и сооружений

15	Номер на плане	Наименование	Координаты квадрата сетки
	тип 8	1	Проходная
2		Мастерская	3А, 2Б
3		Гараж	1А, 5Б
4		Пункт ТО	2А, 5Б
5		Заправочная станция	0А, 4Б
6		Навес	1А, 3Б
7		Склад	1А, 4Б
8		Площадка для хранения тракторов и автомобилей	1А, 5Б
9		Площадка для хранения с/х техники	3А, 2Б
10		Пилорама	4А, 2Б
11		Водонапорная башня	4А, 2Б
12		Котельная	3А, 3Б
15	120	50	
		185	

Рисунок 4.5 Экспликация для генерального плана

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
C	Конденсатор	1	
E	Источник ЭДС	1	
L	Катушка индуктивности	2	
R	Резистор	2	
V	Вольтметр	2	
W	Ваттметр	1	
20	110	10	45
185			

Dimensions: 15 (height of header), min 8 (height of table body), 185 (total width), 20 (width of last row), 110 (width of last row), 10 (width of last row), 45 (width of last row).

Рисунок 4.6 Экспликация для схем

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Основная надпись – ГОСТ 1.104-68

Таблицу заполняют сверху вниз. Расстояние между таблицей и основной надписью не менее 12 мм.

7 10 23 15 10					120		
					ВРЗА. 525020. 000 ГП		
					Название чертежа		
Изм. Лист № документа Подпись Дата					Литер.	Масса	Масштаб
Разраб.					15	17	18
Проб.							
Конс.							
Н.контр.							
Т.контр.							
Утв.							
					Лист 20		Листов 30
65					70		50
185							

Dimensions: 11x5=55 (height of table), 15 (height of title), 5 (height of table header), 15 (height of table body), 15 (height of table footer), 185 (total width), 65 (width of table), 70 (width of table), 50 (width of table).

Рисунок 4.7 Оформление основной надписи графического листа

### Общие правила выполнения схем

Схемы в зависимости от видов элементов и связей подразделяются на: электрические, кинематические, автоматизации, комбинированные и др. В зависимости от основного назначения схемы делятся на структурные, функциональные, принципиальные, соединения (монтажные), подключения и др.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь.

Функциональная схема разъясняет процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов и связи между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия.

Схема соединения (монтажная) показывает соединения составных частей изделия и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которые осуществляют эти соединения, а также места их присоединения и ввода (зажимы, разъемы, сальники и т.д.).

Схема подключения показывает внешние подключения изделия.

Если в состав изделия входят элементы разных видов, разрабатывают одну комбинированную схему, например: "Схема опико-электрическая принципиальная".

На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи. Расстояние между соседними параллельными линиями должно быть не менее 3 мм.

При выполнении схемы применяют:

- а) условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД;
- б) упрощенные внешние очертания, в том числе аксонометрические;
- в) прямоугольники.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющие самостоятельной принципиальной схемы, можно выделять штрихпунктирной линией, а для устройства указывается наименование или обозначение. Элементы, составляющие устройство, имеющие самостоятельную принципиальную схему, выделяют на принципиальной схеме сплошной линией, равной по толщине линии связи. На схеме разрешается изображать отдельные элементы, не входящие в установку (систему), но необходимые для разъяснения принципов работы. Графические обозначения таких элементов выделяют штрихпунктирной линией, равной по толщине линиям связи, поясняя их местонахождение и другие данные.

Схему на установку (систему) допускается выполнять на нескольких листах.

Схемы выполняют без учета действительного пространственного расположения частей изделия и без соблюдения масштаба. Применяют следующие условные графические обозначения: или установленные в соответствующих стандартах ЕСКД и построенные на их основе, или нестандартизованные и выполненные в виде упрощенных внешних контуров. Взамен графических обозначений могут быть изображены прямоугольники.

Стандартные условные графические обозначения элементов должны иметь размеры, указанные в соответствующих стандартах. Если размеры стандартом не установлены, то графические обозначения на схеме должны иметь такие же размеры, как их изображение в стандарте. Допускается все условные графические обозначения пропорционально увеличивать или уменьшать.

Допускается обрывать линии связи, если они затрудняют чтение схемы. В этом случае линии связи заканчиваются стрелками, около которых указывают места подключения.

Линии связи, переходящие на другой лист схемы, обрывают за пределами изображения схемы. Рядом с обрывом линии указывают обозначение или наименование линии связи и в круглых скобках приводят номер листа схемы, на который переходит линия связи. Допускается буквенное, цифровое или буквенно-цифровое обозначение линий связи.

Каждый элемент схемы должен иметь буквенно-цифровое обозначение: буквенное обозначение представляет собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв; после буквенного обозначения проставляется порядковый номер элемента. Порядковый номер устанавливается в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение.

Порядковые номера присваиваются элементам по направлению сверху вниз и слева направо (может быть изменение, если поток рабочей среды идет в другом направлении). Буквенно-цифровые обозначения проставляются рядом с элементами справа или над ними. Буквы и цифры выполняют одним номером шрифта.

Буквенно-позиционное обозначение заносится в перечень элементов в алфавитном порядке (по группам). В пределах каждой группы с одинаковым позиционным обозначением элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

ГОСТ 2.721 - 74 устанавливает обозначения направления потоков энергии жидкости и газа, направления движения и обозначения линий механической связи. Условные графические обозначения элементов трубопроводов в схемах и на чертежах устанавливает ГОСТ 2.784 - 70. Обозначения элементов гидравлических и пневматических сетей выполняют по ГОСТ 2.780 - 68. Обозначения насосов и двигателей устанавливает ГОСТ 2.782 - 68. ГОСТ 2.785 - 70 устанавливает условные графические обозначения трубопроводной арматуры на схемах и чертежах. ГОСТ 2.770 - 68 устанавливает условные графические обозначения элементов машин и механизмов в кинематических схемах. Условные графические обозначения в электрических схемах приведены в ГОСТ 2.722 - 68, 2.723 - 68, 2.725 - 68, 2.727 - 68, 2.728 - 74, 2.29 - 68 и др.

## **Выполнение электрических схем**

**Структурная схема.** Графическое построение схемы должно давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей. На линиях связей рекомендуется стрелками обозначать направления хода процессов, происходящих с изделия. Функциональные части изображают в виде условных графических обозначений или прямоугольников. В прямоугольник вписываются наименования, обозначения (номера) или типы (шифры) элементов. Номера и шифры помещаются на поле схемы в таблицы произвольной формы, помещаемой над основной надписью. Допускаются пояснительные надписи, диаграммы или таблицы, определяемые последовательностью процессов во времени, а также параметры в характерных точках (значения токов, формы и амплитуды импульсов, математические зависимости и т.д. )

**Функциональная схема.** На схеме в виде условных графических обозначений изображают функциональные части изделия, участвующие в процессе, и связи между этими частями. Допускается отдельные части изображать в виде прямоугольников.

На схеме должны быть указаны: для каждой функциональной группы обозначение, присвоенное ей на принципиальной схеме, и (или) ее наименование. Если функциональная группа изображена в виде условного графического обозначения, то ее наименование не указывают; для каждого устройства, изображенного в виде прямоугольника, дают позиционное обозначение и наименование.

Для каждого устройства, изображенного в виде условного графического обозначения, должны быть указаны его позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, тип и (или) обозначение документа; для каждого элемента - позиционное обозначение, присвоенное ему на функциональной схеме, и (или) его тип.

Наименование, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники. Допускается указывать технические характеристики функциональных частей, помещать на схеме поясняющие надписи, диаграммы, таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также параметры в характерных точках (значения токов, напряжений, формы и амплитуды импульсов).

**Принципиальная схема.** На схеме изображают электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Схемы выполняются для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД. Условные графические обозначения выполняются линиями той же толщины, что и линии связи (0,2 - 1,0 мм).

Элементы, используемые в изделии частично, можно изображать на схеме не полностью, ограничиваясь только их используемой частью.

Условные графические обозначения элементов помещают на схеме в положении, в котором они приведены в стандартах, или повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$  по отношению к этому положению. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков, иметь минимальное число пересечений и изломов. Расстояние между параллельными соседними линиями связи должно быть не менее 3 мм.

При наличии в изделии многократно повторяющихся вспомогательных цепей (например, цепей питания) их не изображают, а помещают на поле схему таблицы с обозначениями мест подключения или дают текстовые пояснения.

Если ряд элементов должен быть подключен к цепям одинаковой полярности равного потенциала, то допускается, не проводя линий связи, указывать место подключений этих элементов, проставляя полярность и при необходимости величину потенциала около изображений выводов этих элементов. Для упрощения схемы несколько электрически не связанных линий можно сливать

в общую, но в местах подхода их к контактам (элементам) каждая линия должна быть изображена отдельно. В такой схеме каждую схему помечают в месте слияния, а при необходимости, и на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами или сочетанием букв и цифр или обозначениями по ГОСТ 2.709-89).

Каждый элемент, входящий в изделие и изображенный на схеме, должен иметь позиционное обозначение в соответствии с требованием ГОСТ 2.710-81. В первой части позиционного обозначения латинскими буквами должен быть указан вид элемента (устройства), например: R - резистор; С - конденсатор; DD - цифровая микросхема; М - двигатели. Во второй части должен быть указан порядковый номер элемента (устройства) в пределах данного вида, например: С1, С2, ..., С6; DD1, ..., DD4 (рис. 9).

Если элементы или устройство изображены разнесенным способом, то допускается к его порядковому номеру добавлять условный номер изображенной части элемента, разделяя номер точкой, например: DD5.2 - цифровая интегральная микросхема DD5, часть 2 (второй логический элемент). При этом условный номер в перечне элементов не указывается. В третьей части обозначения допускается указывать функциональное назначение элемента или устройства, оно должно содержать одну или несколько букв, например: R2И - резистор 2, используемый как интегрирующий; С4I - конденсатор С4, используемый как интегрирующий. Перечень кодов функционального назначения см. в ГОСТ 2.710-81. прил. 2.

Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы в пределах группы, элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение: R1, R2, R3; С1, С2, С3 и т. д.

Порядковые номера проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними. Порядковые номера присваиваются в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз, в направлении слева направо. При необходимости можно изменять их последовательность, обусловленную размещением элементов в изделии, направлением прохождения сигналов или функциональной последовательностью процессов. На принципиальной схеме должны быть определены все элементы, входящие в состав изделия и изображенные на схеме

Данные об элементах записываются в перечень элементов. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями должна осуществляться через позиционные обозначения. Допускается в отдельных случаях все сведения об элементах помещать около условных графических обозначений.

**Перечень элементов** помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа на листе формата А4 (прил. 10) в виде таблицы, располагаемой, так правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем и основной надписью должно быть не менее 12мм. При отсутствии места для продолжения граф перечня над основной надписью его продолжение помещают слева от нее. Основную надпись перечня и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104 - 68 (форма 2 и 2а). В этом

случае шифр состоит из буквы П и шифра схемы, к которой выполняется перечень. Например, шифр перечня к электрической схеме соединения имеет вид ПЭ4. Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выполнен.

Элементы одного типа с одинаковыми электрическими параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, записывают в перечень одной строкой. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные обозначения, элементы располагают по мере возрастания порядковых номеров. Рекомендуется для внесения изменений между отдельными группами элементов, а также при большом количестве элементов внутри групп и между группами оставлять несколько строк.

В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например. К3, К4; С8...С12, а в графу «Кол.» - общее количество таких элементов. При записи элементов, имеющих одинаковую первую часть позиционных обозначений, допускается:

а) записывать наименования элементов в графе «Наименование» в виде общего наименования (заголовка) один раз на каждом листе перечня;

б) записывать в общем наименовании (заголовке) обозначения документов, на основании которых эти элементы применены.

При указании на схеме номиналов резисторов и конденсаторов применяют следующий упрощенный способ обозначения единиц измерений: для резисторов от 0 до 999 Ом - без указания единиц измерения;  $1 \times 10^2$  до  $999 \times 10^3$  Ом - в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой «к», свыше  $1 \times 10^6$  Ом - в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой «М»; для конденсаторов от 0 до  $9999 \times 10^{12}$  Ф - в пикофарадах без указания единиц измерения; от  $1 \times 10^{28}$  Ф до  $999 \times 10^6$  Ф - в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами «мк».

На схеме около условных графических обозначений элементов, назначение или использование которых в условиях эксплуатации требует пояснения (например, переключатели, потенциометры, контрольные гнезда, предохранители и т. д.), должно быть помещены надписи. Надписи, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки. При наличии в изделиях трех или более одинаковых элементов или устройств, соединенных параллельно, допускается вместо изображения всех ветвей показывать одну, указав количество ветвей с помощью обозначения ответвления.

При последовательном соединении допускается изображать не все элементы (устройства), а только первый и последний, показывая электрические связи. Между ними штриховыми линиями, с указанием общего количества одинаковых элементов. В этих случаях при присвоении элементам позиционных обозначений должны быть учтены элементы, не изображенные на схеме.

Если параллельное или последовательное соединение нескольких одинаковых элементов осуществляется для получения определенного значения параметров, то в перечне элементов в графе «Примечание» указывают общий (суммарный) параметр элементов, например  $R=151$ .

При изображении на схеме Элементов, параметры которых подбирают при регулировании, около их позиционных обозначений на схеме и в перечне проставляют звездочки, например R1\*, а на поле схемы помещают сноску «\*. Подбирается при регулировании».

#### **4.8 Контрольное задание**

Для выбранного специального вопроса выпускной квалификационной работы из таблицы 4.1 (или выбранного самостоятельно) предложите примерное содержание разделов ВКР и примерный перечень графических листов.

Запишите шифры предложенных разделов и графических листов.

## Литература

1. Сивков А.А., Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С. Основы электроснабжения: учебное пособие. Томск: Томский политехнический университет, 2014. 174 с.
2. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: учебник. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. 363 с.
3. Анцев И.Б., Силенко В.Н. Основы проектирования внутренних электрических сетей: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2017. 272 с.
4. Конакова И.П., Пирогова И.И. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14: учебное пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. 112 с.
5. Паклина В.М., Паклин Е.М. Основы проектирования в системе AutoCAD 2015: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. 100 с.
6. Сипайлова Н.Ю. Основы проектирования электротехнических изделий. Вопросы расчета электрических аппаратов: учебное пособие для СПО. Саратов: Профобразование, 2017. 167 с.
7. Конакова И.П., Пирогова И.И. Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14: учебное пособие для СПО / под ред. С.Б. Комарова. 2-е изд. Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. 110 с.

Учебное издание

Безик Валерий Александрович

## **Основы проектной деятельности**

Учебное пособие

Редактор Павлютина И.П.

---

Подписано к печати 04.03.2021 Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,34. Тираж 25 экз. Изд. № 6858.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ