

**М. В. Черкашин, Н. Ю. Хабибулина**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ  
РАБОТА СТУДЕНТОВ**

Учебное пособие

**Томск – 2012**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании

**М. В. Черкашин, Н. Ю. Хабибулина**

### **Учебное пособие**

по дисциплине «Научно-исследовательская работа студентов»  
для бакалавров направлений подготовки  
220400.62 – «Управление в технических системах»,  
230100.62 – «Информатика и вычислительная техника», профиль «Системы  
автоматизированного проектирования»

**Хабибулина Н.Ю., Черкашин М.В.**

Научно-исследовательская работа студентов: учебное пособие /

Н.Ю.Хабибулина., М.В.Черкашин. – Томск: ТУСУР, каф. КСУП, 2012. – 145 с.

В пособии изложены основные положения научно-исследовательской работы студентов. Рассматриваются вопросы методологии проведения научных исследований, принципы построения автоматизированных и программных систем. Приводятся требования к оформлению результатов НИРС, ГОСТы.

Пособие предназначено для бакалавров высших технических учебных заведений направлений подготовки «Управление в технических системах» и «Информатика и вычислительная техника», профиль «Системы автоматизированного проектирования».

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 Введение .....	5
2 Методология и методика научного исследования .....	6
2.1 Научное исследование его сущность и особенности .....	6
2.2 Методы научного исследования.....	7
Экспертные методы .....	23
Регрессионный анализ .....	26
Корреляционный анализ .....	26
Факторный анализ.....	27
2.3 Структура и содержание этапов исследовательского процесса .....	28
Список дополнительной литературы к разделу 2 .....	34
3 Разработка автоматизированной системы.....	35
3.1 Стадии создания автоматизированной системы .....	35
3.2 Содержание работ .....	37
3.3 Требования к содержанию документов на автоматизированные системы .....	41
4 Разработка программной системы .....	76
4.1 Жизненный цикл программного средства.....	78
4.2 Техническая документация .....	82
4.3 Разработка документации .....	84
4.4 Техническое задание .....	89
4.5 Стадии разработки программной системы.....	95
4.6 Описание программы .....	97
4.7 Текст программы.....	100
4.8 Программа и методика испытаний.....	101
4.9 Руководство пользователя.....	102
4.10 Средства создания документации Html Help и Win Help .....	110
Дополнительная литература к разделу 4.....	112
5 Особенности разработки конструкторской документации РЭА в соответствии с ЕСКД.....	113
Дополнительная литература к разделу 5.....	132
Приложение А.....	133
Приложение Б .....	141

## **1 Введение**

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) имеет целью приобретение в процессе учебы навыков научно–технической, творческой и исследовательской деятельности. Выполнение НИРС предполагает освоение методики проведения исследований, самостоятельное выполнение индивидуального задания. В соответствии с учебным планом научно-исследовательская работа выполняется бакалаврами направлений подготовки 230100.62 и 220400.62 в течение одного 8-го семестра. В процессе выполнения работы студенты решают задачи научно-исследовательского характера, постепенно осуществляя переход от постановки задачи и изучения предметной области задачи до практической реализации проектных решений.

## 2 Методология и методика научного исследования

### 2.1 Научное исследование его сущность и особенности

Всякое научное исследование – от творческого замысла до окончательного оформления научного труда – осуществляется весьма индивидуально. Но все же можно определить общие методологические подходы к его проведению.

Изучать в научном смысле – это значит вести поисковые исследования, как бы заглядывая в будущее. Воображение, фантазия, мечта, опирающиеся на реальные достижения науки и техники – вот важнейшие факторы научного исследования.

Изучать в научном смысле – это значит быть научно-объективным. Нельзя отбрасывать факты в сторону только потому, что их трудно объяснить или найти им практическое применение. Дело в том, что сущность нового в науке не всегда видна самому исследователю. Новые научные факты и даже открытия из-за того, что их значение плохо раскрыто, могут долгое время оставаться в резерве науки и не использоваться на практике.

Развитие идеи до стадии решения задачи обычно, совершается как плановый процесс научного исследования. Науке известны и случайные открытия, но только плановое, хорошо оснащенное современными средствами научное исследование надежно позволяет вскрыть и глубоко познать объективные закономерности в природе. В дальнейшем процесс целевой и общеидейной обработки первоначального замысла продолжается, вносятся уточнения, изменения, дополнения, развивается намеченная схема исследования.

**Научное исследование** – это целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий.

Характеризуя научное исследование, обычно указывают на следующие его *отличительные признаки*:

– это обязательно целенаправленный процесс, достижение осознанно поставленной цели, четко сформулированных задач;

- это процесс, направленный на поиск нового, на творчество, на открытие неизвестного, на выдвижение оригинальных идей, на новое освещение рассматриваемых вопросов;
- оно характеризуется систематичностью: здесь упорядочены, приведены в систему и сам процесс исследования, и его результаты;
- ему присуща строгая доказательность, последовательное обоснование сделанных обобщений и выводов.

*Объектом* научно–теоретического исследования выступает не просто отдельное явление. Конкретная ситуация, а целый класс сходных явлений и ситуаций, их совокупность.

*Основные средства научно-теоретического исследования:*

- совокупность научных методов, всесторонне обоснованных и сведенных в единую систему;
- совокупность понятий, строго определенных терминов, связанных между собою и образующих характерный язык науки.

Результаты научных исследований воплощаются в научных трудах (статьях, монографиях, учебниках, диссертациях и т.д.) и лишь затем, после их всесторонней оценки, используются в практике, учитываются в процессе практического познания и в снятом обобщенном виде включаются в руководящие документы.

## **2.2 Методы научного исследования**

Сущность методологического аппарата исследования определяется современным пониманием методологии как учения о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности в различных областях теории и практики. *Методологический аппарат* включает в себя:

Принципы организации и проведения исследования, явления.

1. Способы определения его стратегии (подходы к постановке проблемы и определению ее состава и т.п.).
2. Тактические средства методологического анализа (методы научного исследования, аппаратура).

3. Понятийно-категориальную основу научного исследования (определение проблемы, объекта, предмета, гипотезы, цели и задач и т.п.).
4. Требования к результатам исследования (актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость и т.д.).

Подлинно научным может быть лишь исследование, в котором реализуется все составные элементы методологического аппарата.

### **2.2.1 Методологические принципы научного исследования**

1. Принцип объективности требует всестороннего учета фактов, порождающих то или иное явление, условий развития, адекватности исследовательских подходов и средств, позволяющих получать истинные знания об объекте.
2. Учет непрерывного изменения, развития исследуемых элементов. Выделение основных факторов, решающих звеньев, определяющих результаты исследовательского процесса. Изучение и познание, раскрытие противоречивости изучаемого предмета, его количественных и качественных изменений.
3. Принцип единства логического и исторического требует в каждом исследовании сочетать изучение истории объекта (генетический аспект), его теории (структуры, функций, связей), а также перспектив его развития.
4. Системность изучения процесса с учетом всех его требований и, прежде всего, требования целостного подхода к исследованию процесса.
5. Принцип восхождения от абстрактного к конкретному и от конкретного к абстрактному.

### **2.2.2 Уровни методологического анализа**

Для исследователя важное значение имеет изучение особенностей и форм взаимосвязи различных уровней методологического анализа и выявление их влияния на теоретическую и практическую деятельность.

Философская методология образует **высший уровень методологического анализа**, включающий мировоззренческую интерпретацию результатов науки, анализ общих форм и методов научного мышления, его категориального строя с точки зрения той или иной картины мира.

Диалектический метод определяет общее направление научного исследования, формирует методологические установки и служит средством ориентирования в эмпирическом материале, является для исследователя своеобразной нитью, помогающей найти выход из лабиринта фактов.

**Второй уровень методологического анализа** включает изучение общенаучных принципов, подходов и форм исследования.

К этому уровню методологического анализа можно отнести методы теоретической кибернетики, нашедшие широкое применение в различных областях современной науки, системный подход, методы идеализации, формализации, алгоритмизации, моделирования, вероятностный, статистический и др. По своей сущности и сфере применения они носят общенаучный характер.

Существуют три методологических подхода, связанных с изучением объектов большой степени сложности:

- а) структурно-функциональный;
- б) структурный;
- в) системный.

Использование в любом конкретно-научном исследовании общенаучных и философских методов, как и методов смежных отраслей науки, не может носить характер механического переноса – необходимы предметная их интерпретация и дальнейшая разработка и совершенствование этих методов с учетом конкретных задач и целей исследования.

**Третий уровень методологического анализа** включает конкретно-научную методологию, т.е. совокупность методов, принципов исследования и процедур, применяемых в той или иной отрасли науки. Этот уровень методологического анализа имеет своей необходимой предпосылкой метод и принципы общефилософской методологии, базируется на категориях диалектики, исходит из научно-философских основ мировоззрения.

Общие методологические и философские принципы научного познания оказывают существенное влияние на методы конкретно-научного познания. Научный метод в любой отрасли науки не является продуктом спонтанной деятельности ума исследователя, оторванной от жизненного опыта. Он также

определяется природой исследуемого предмета и служит конкретной практической цели, организуя и направляя исследовательский процесс на получение нужного результата. В зависимости от степени сложности исследовательской задачи меняются и методы ее решения, используются разнообразные исследовательские приемы, виды эксперимента, статистические исчисления, теоретические обобщения, формально–логические средства и т.д.

В любой отрасли науки, научной дисциплине в условиях быстро развивающегося процесса интеграции обычно применяется не один какой-нибудь метод, а целая система субординированных методов и исследовательских приемов, возникших и получивших развитие не только в смежных, но и в различных областях знания. Поэтому нельзя отождествлять тот или иной частно-научный или общий метод с методом конкретной специальной науки.

**Четвертый уровень методологического анализа** включает дисциплинарную методологию, т.е. совокупность методов, принципов исследования и процедур, применяемых в той или иной научной дисциплине, входящей в какую-либо отрасль науки или возникшей на стыках наук. В различных отраслях современной науки в результате длительного процесса дифференциации научного знания возникли целые группы научных дисциплин.

На нынешнем этапе развития науки научная дисциплина выступает основной формой организации научного знания. Научные дисциплины наряду с проблемными науками являются следствием углубления и специализации научного знания, расширения его сферы, накопления огромного материала в узких проблемных областях, что и приводит к появлению новых наук, разделению труда в науке и т.д.

**Пятый уровень методологического анализа** включает междисциплинарные исследования, которые представляют собой особую форму взаимодействия наук, когда получение содержательного знания о предмете исследования проходит через строго субординированную систему предметных монодисциплинарных подсистем построения, строго подчиненных глобальной цели и открывающих большие возможности получения комплексного, всестороннего знания о предмете исследования.

Методология междисциплинарного комплексного исследования является относительно самостоятельным типом методологии. Она отличается большой динамичностью, создается и совершенствуется с учетом нужд научно-исследовательского процесса.

### **2.2.3 Требования, предъявляемые к научному методу (общие положения)**

1. *Детерминированность* метода, т.е. обусловленность закономерностями как самого объекта, так и познавательной деятельности, а также и теоретическая обусловленность, которая находит свое прямое выражение в диалектике перехода теоретических знаний в нормативные средства управления методом.
2. *Заданность* метода целью исследования, что вытекает из обусловленности метода закономерностями самой деятельности. Данное требование делает необходимым соответствие всех компонентов метода цели исследования и подчеркивает активность субъекта познания.
3. *Результативность и надежность* метода состоит в том, что он должен быть таким по своим разрешающим способностям, чтобы мог однозначно давать результат с высокой степенью вероятности, а это зависит как от каждого компонента метода, так и от их общей структурной компоновки в системе метода в целом.
4. *Экономичность* метода, т.е. затрата на его создание и использование, должна быть всегда меньше величины, окупаемой результатами исследования, что указывает на обусловленность метода кадровыми, экономическими и социально-организационными факторами.
5. *Ясность и эффективная распознаваемость* метода. Метод должен быть таким, чтобы им мог воспользоваться при соответствующей подготовке любой исследователь, пожелавший сделать это.
6. *Воспроизводимость* метода, т.е. возможность его использования неограниченное число раз, зависит от воспроизводимости всех компонентов данного метода.
7. *Обучаемость* методу, основой чего являются воспроизводимость, ясность и распознаваемость метода. Все названные требования выражают важнейшие

свойства метода и являются достаточно жесткими, а подчинение им во многом определяет успех исследования в целом.

В конкретных научных исследованиях говорят о разнообразии методов. Практически каждому самостоятельному научному исследованию присуще своеобразие научных методов.

Различают понятия:

- «научный метод»,
- «метод индивидуального уровня научной деятельности»,
- «метод науки».

Под «научным методом» понимают общепринятое представление о методе как системе правил, норм, применяемых в исследовании для решения задачи, проблемы.

Понятие «метод науки» характеризует науку как специфическую систему познания, в сущности метод науки есть не что иное как типичный для науки способ получения нового знания. В этом смысле он выступает как организация познавательной деятельности всей системы науки.

Метод науки – особая организация познавательного цикла системы науки, всей структуры научной и познавательной деятельности, предполагающая выделение и использование определенных познавательных шагов, определенную последовательность их применения. Важнейшие из них – формулировка проблемы, построение гипотезы, а затем теории, эмпирическая проверка созданной теории с помощью эксперимента, формулировка новой проблемы.

*Схематически метод науки* или ее общий познавательный цикл выглядит так: проблема (1) – процедуры построения теоретического знания – процедуры установления соответствия между теоретическим и эмпирическим знанием – проблема (2) – и далее повторение цикла.

Метод, таким образом, представляет собой диалектическое единство общего, общенаучного и индивидуального. В нем можно выделить две стороны:

- 1) истинность (свойство быть образом объективной реальности);
- 2) конструктивность.

## 2.2.4 Классификация методов научного познания

Методы, используемые как в теоретической, так и в практической деятельности, очень разнообразны. Следует отметить, что и система методов, используемых в современной науке, столь же многообразна, как и сама наука. Разнообразие методов научного познания условно можно подразделить на 4 уровня:

1. Эмпирический: наблюдение, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тесты и др.

2. Экспериментально-теоретический: эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование, гипотетический, исторический, логический методы и др.

3. Теоретический: абстрагирование, идеализация, формализация, анализ, синтез, индукция и дедукция, аксиоматика, обобщение и др.

4. Метатеоретический: диалектический метод и метод системного анализа. Системный анализ имеет свои этапы.

Сложность методологической структуры современных исследований вызывает потребность в классификации методов, которая охватила бы всю систему операций в целом. Наиболее приемлемой с этой точки зрения является *классификация*, когда все методы исследования разделяются на четыре большие группы:

1. Организационные.
2. Эмпирические.
3. Методы обработки данных.
4. Интерпретационные методы.

## 2.2.5 Методы научного исследования

**Сравнительный метод** как способ организации исследования получил в науке наибольшее распространение. **Лонгитюдный метод** связан с многократным обследованием одних и тех же объектов в течение продолжительного времени.

В последние годы при изучении различных явлений в больших масштабах применяется комплексный подход. Комплексный способ организации исследования предполагает при едином объекте исследования определенное разделение функций между исследователями по изучению отдельных сторон исследуемого объекта. Комплексный метод – эффективный способ организации системных исследований, призванных раскрывать структурно-функциональные связи сложного целостного объекта.

К эмпирическим методам исследования относят все способы получения и добывания научных фактов. Это обсервационные (наблюдение, самонаблюдение), диагностические, экспериментальные, праксиметрические и другие методы.

Основными видами обсервационных методов являются объективное наблюдение и самонаблюдение. К современным видам наблюдения следует отнести метод анализа взаимодействия как разновидность прямого наблюдения и метод оценивания как модификацию косвенного наблюдения. В большинстве случаев метод самонаблюдения в различных его формах применяется в качестве компонента в системе других объективных приемов, используемых в исследовании. Наибольшую популярность в современных научных исследованиях получил метод самонаблюдения в форме самооценки.

Экспериментальные методы применяются тогда, когда стоит задача выявления связей и зависимостей между изучаемыми явлениями. Основными видами эксперимента являются лабораторный эксперимент, естественный эксперимент.

Методы обработки данных представлены количественными методами и методами качественного анализа эмпирических результатов.

Количественные методы привлекаются с целью выразить в числовых характеристиках различные стороны явлений или связи между ними. К основным методам количественного описания явлений и их закономерностей относятся: шкалирование, корреляционный анализ, факторный анализ, регрессионный анализ, применяются и другие математические методы.

*Шкалирование* представляет собой отображение какого-либо свойства объекта или явления в числовом множестве. Построение и разновидности шкал

определяются характеристиками измеряемого свойства объекта и способом числового отражения. Полученные с помощью той или иной шкалы показатели различных свойств объекта подвергаются затем корреляционному анализу, если исследователь задается целью выявить связи между различными измеряемыми характеристиками.

Самой первой формой *корреляционного анализа* является установление попарной зависимости переменных. В случае, когда матрица интеркорреляций очень велика и труднообозрима, необходимо вычлениить из нее комплексы наиболее тесно связанных переменных. Для этой цели прибегают к специальной группировке показателей. Одной из форм группировки является построение корреляционных плеяд. Когда же и их оказывается недостаточно, используют другой вид группировки признаков, известный под названием метод максимального корреляционного пути.

При этом методе отбираются только признаки, имеющие наиболее высокие значения коэффициента корреляций. Для анализа и обработки матрицы интеркорреляций могут применяться и другие методы. Наиболее сложным из них является факторный анализ.

К *факторному анализу* прибегают тогда, когда хотят установить и выявить скрытые для исследователя факторы, по отношению к которым первичные эмпирические показатели гипотетически считаются производными. Существует несколько модификаций факторного анализа.

На основе решения факторных задач может производиться кластерный анализ, позволяющий классифицировать объекты, которые описаны многомерным исследованием. Если исследователя интересуют связи между переменными в виде функциональных отношений, целесообразно применение регрессионного анализа, позволяющего получить аналитическое выражение взаимосвязей в сложном объекте. Самым высоким уровнем анализа и обобщения эмпирических данных является построение кибернетических и математических моделей, описывающих функционирование системы в целом.

**Методы качественной** обработки эмпирических данных выступают в виде разнообразных приемов классификации, дифференциации, категоризации на основе заданных критериев.

**Интерпретационные методы** тесно связаны с организационными. Они задают способ обобщения и объяснения установленных фактов и их связей. Выделяют два ведущих метода интерпретации – генетический метод и метод структурный. При первом методе обработанный материал объясняется с точки зрения генетических связей изучаемых явлений. При структурном методе полученные данные интерпретируются в терминах и характеристиках взаимосвязи между частями и целым.

**Системно–структурный метод исследования,** получивший общенаучное значение, *включает в себя следующие операции и принципы:* рассмотрение любых объектов в качестве сложных образований, имеющих определенную структуру и являющихся компонентами более общих систем; познание особенностей структуры объекта; выявление законов структурных отношений и внешних связей, формулировка этих законов не только в качественном, но и в количественном виде, представление их в форме системы управлений; нахождение системообразующих фактов, объективных законов, обуславливающих переход свойств элементов к качественно новым свойствам нелестной системы. Реализация этих операций бывает связана с последовательным созданием все более точных теоретических или вещественных моделей исследуемого объекта. Моделирование сложных систем, или системное моделирование, представляет собой определенную историческую форму в развитии традиционного метода моделирования.

О системности процессов и явлений можно говорить только в единстве их внутренних и внешних связей. Конкретность явления обусловлена внутренними связями. Явление функционирует как определенная система благодаря единству внутреннего и внешнего взаимодействия. Системность явления создается единством отношений, заложенных в нем, и его отношения во многом построены по принципу всеобщей связи.

Понятие «система» само по себе имеет невещественный характер, оно представляет собой идеальный образ реально существующих систем, непосредственно не совпадающий с этими системами.

Система не является изолированной, она взаимодействует с другими и при соответствующих условиях образует новые, более сложные системы. А эти последние взаимодействуют с другими целостными системами, образуя все более сложные системы, превращаясь в их элементы, и т.д.

При определении возможности системы большое значение имеет характеристика ее структуры.

**Структура** – это упорядоченность и организованность системы. Под порядком подразумевается соотношение объектов или процессов в некоторой повторяющейся пространственной или временной последовательности. Здесь необходимо подчеркнуть степень единообразия (повторяемость) этой последовательности. Чем больше степень единообразия, тем выше порядок. Отсюда и известное положение в теории информации: вероятность порядка в системе тем больше, чем меньше разнообразие ее элементов.

Исследователь в ходе работы обращается к причинно-следственному анализу. Что необходимо понимать под причинно-следственным анализом ?

**Причина** – то явление, которое изменяет другое явление; явление, вызываемое определенной причиной, есть *следствие*.

**Причинность** – связь явлений, при которой одно явление (называемое причиной) при определенных условиях производит другое явление (называемое следствием). Связь между причиной и следствием носит закономерный характер. (Одно и то же явление может быть и причиной и следствием, в зависимости от связей).

**Явление–причина** – это взаимодействие внешнего и внутреннего; явление–следствие – это изменение состояния целого, системы. Необходимо различать условия и причины. Условия есть совокупность взаимодействия данного объекта с другими объектами, за исключением взаимодействия его с объектом, с которым он находится в причинном отношении. При одних условиях данная причина может вызывать одно явление, при других та же самая причина может вызывать

другое явление. Если варьируются условия, то изменяются и следствия. Различия между условиями и причиной носят относительный характер (а не абсолютный).

***Итак, причинные связи обладают следующими свойствами:***

1. Причина производит следствие.
2. В основе причинной связи лежит взаимодействие элементов, тенденций.
3. Причинные связи зависят от условий.

Связь причины и следствия при определенных условиях носит необходимый характер. Существенным положением методологии анализа является динамический подход к рассматриваемому явлению, объекту, т.е. рассмотрение в движении, в изменении под влиянием различных факторов, обстоятельств, условий.

**Исследователю необходимо выявить при анализе явлений следующие связи:**

- а) устойчивые, повторяющиеся;
- б) существенные;
- в) необходимые;
- г) внутренние, глубинные.

Это будет способствовать установлению закономерностей. Анализ причинных связей при этом должен быть дополнен анализом генезиса из истории их возникновения и развития, т.е. анализом генетических связей.

**Системный анализ** получил распространение в разных сферах научной деятельности человека (в логике, математике). В основе системного анализа лежит понятие системы, под которой понимается множество объектов (компонентов), обладающих определенными свойствами и отношениями. Системный анализ носит общий, междисциплинарный характер и может касаться образования, развития, функционирования, синтеза любых систем.

***Системный анализ складывается из 4 этапов:***

**I этап** – постановка задачи, определение объекта, цели исследования, критериев для изучения и управления объектом.

**II этап** – анализируются объекты и процессы, имеющие отношение к поставленной цели. При этом различают замкнутые и открытые системы. При

исследовании замкнутых систем влияние внешней среды не учитывается. Выделяются отдельные части системы (ее элементы), устанавливается взаимодействие между ними.

III этап – составление математической модели исследуемой системы. В зависимости от особенностей процессов используют тот или иной математический аппарат для анализа системы в целом. В результате III этапа системного анализа формируются законченные математические модели системы (описанные на формальном, например, алгоритмическом языке).

IV этап – анализ полученной математической модели (определение ее условий), формулирование выводов. Методы исследования различны, в зависимости от видов исследования. Перечислим лишь некоторые виды исследования и рассмотрим наиболее часто применяемые методы научных исследований.

### **2.2.6 Виды исследований**

Пилотажное исследование – пробное исследование, которое предшествует основному исследованию и организуется с целью проверки качества его подготовки. В ходе пилотажного исследования уточняются гипотеза и задачи, часто в ходе его формируются новые гипотезы.

#### Панельные исследования (повторные).

Цель – изучение изменений, происходящих в объектах в течение определенного промежутка времени. Своеобразие исследования заключается в том, что ему подвергаются те же объекты через различные интервалы времени. Частота и продолжительность повторений исследований бывает различной, может колебаться от нескольких недель до нескольких месяцев.

Панельные исследования позволяют осуществить причинный анализ или анализ воздействия.

Лонгитюдные исследования – продолжительные; например, социально-педагогические, социально-психологические и социальные; направлены на фиксацию и описание всех этапов развития личности в процессе ее жизнедеятельности.

**Полевое исследование** – опрос на местах, в естественных условиях, в условиях повседневной жизни.

**Монографическое исследование.**

Монографическим принято считать такой подход (метод) в исследовании явлений и процессов, при котором в качестве основного объекта выступает целостная, относительно самостоятельная система, с наибольшей полнотой рассматриваемая в едином логико-монологическом плане и отличающаяся выраженной теоретической направленностью. Сосредоточенность на изучении отдельного вопроса или проблемы – черта, типичная для всех монографических исследований.

*В зависимости от направленности содержания монографические исследования могут быть:*

- а) исторические;
- б) теоретические;
- в) опытно-информативные;
- г) конструктивно-поисковые.

**Экспериментальные исследования** в зависимости от сферы применения бывают естественнонаучные, лабораторные, экспериментальные и другие. Эксперимент имеет этапы: констатирующий, созидательный, корректирующий, контрольный.

Специфика эксперимента при исследовании, например, педагогических явлений заключается в следующем.

Известно, под экспериментом понимают специально поставленный опыт в определенных условиях, которые содержат оптимальные возможности для объекта исследования, соответствующие замыслу эксперимента. В связи с этим первой специфичной особенностью является создание таких условий. Они могут выражаться в создании специальных ситуаций, влияющих на объекты изучения.

Следующая отличительная особенность состоит в повторении эксперимента в различных условиях, в апробации полученных данных в массовом опыте обучения и воспитания.

### **2.2.7 Виды эксперимента**

*Лабораторный эксперимент* как научный метод необходим для специального изучения отдельных вопросов с участием испытуемых, отобранных в процессе массового эксперимента.

#### **Лабораторный эксперимент**

Реализация лабораторного эксперимента предполагает создание специальных условий и групп испытуемых по параметрам, выявление которых требует гипотеза. К лабораторным экспериментам можно отнести внедрение обучающих программ, После лабораторной корректировки обучающая программа апробируется на большом числе испытуемых, а затем может быть рекомендована для внедрения в практику.

#### ***Лабораторные эксперименты делятся на 2 группы:***

1. Эксперименты, осуществляющие эмпирическую проверку той или иной гипотезы или теории.
2. Эксперименты поискового плана, в ходе которых происходит сбор необходимой эмпирической информации для уточнения предположенного.

*Полевой эксперимент* представляет собой модификацию лабораторного эксперимента с применением портативной техники, позволяющей проводить опыты в широком масштабе и за пределами лаборатории.

#### **Формирующий (созидательный) эксперимент**

В ходе его проведения обычно создается модель исследуемого, например, педагогического процесса с заранее заданными его характеристиками. Эта модель может быть использована для массовой проверки изучаемых особенностей педагогического процесса. Цель этого вида эксперимента – совершенствовать методы, приемы, организационные формы учебного процесса, вводить в него новое содержание.

Непосредственным объектом формирующего эксперимента являются изменения объема и характера знаний, умений и навыков, происходящие в объекте воспитания и обучения под влиянием педагогического исследования.

Существенным компонентом формирующего эксперимента является выдвижение гипотезы, разработка которой в значительной степени предопределяет судьбу эксперимента. В ходе эксперимента сама гипотеза обогащается и уточняется, открывая новые возможности для исследования.

На этапе формирующего эксперимента строится предмет исследования, намечаются экспериментальные и контрольные объекты, устанавливается, что именно подлежит исследованию в каждом объекте. Выполнение этих действий помогает реализовать программу эксперимента, получить конкретные факты. На основе полученных в эксперименте результатов делаются выводы о правильности или ошибочности выдвинутой гипотезы, разрабатываются теоретические положения и практические рекомендации, осуществляется внедрение в практику результатов исследования.

### **2.2.8 Обработка данных эксперимента**

Эксперимент состоит из ряда этапов.

**Констатирующий** этап служит для констатации имеющейся модели явления в практике, которую необходимо изучить. Он может быть в начале исследования и в ходе его.

**Формирующий** (конструирующий) этап уточняет гипотезу исследования, после чего проводится констатация количественных и качественных различий опытных и контрольных групп.

**Обработка фактов проходит в свою очередь также в несколько этапов:**

1. Разносторонний, целенаправленный первичный анализ каждого факта. Ответы на вопросы: Что обнаружено? При каких условиях? Каковы признаки явления?
2. Выявление связей, совпадений или различий в решении поставленных задач.
3. Накопление многочисленных фактов, полученных в различных условиях исследования.
4. Анализ связей, зависимостей. Фиксирование качественных изменений.
5. Установление связей между внешними и внутренними условиями и конечными результатами, т.е. количественными изменениями, происходящими в ходе эксперимента.

6. Повторная проверка вскрытых взаимосвязей путем создания наиболее эффективных условий для обнаружения количественно–качественных изменений.

### **2.2.9 Прогностические методы в научных исследованиях**

**Прогностические методы** как способы достижения определенных результатов в познании и практике представляют собой систему регулярных принципов, правил, требований, направляющих познавательную деятельность объекта по пути к установлению объективной истины. Как и любой другой метод, прогностический метод эвристичен. Новые задачи, связанные с предвидением, прогнозированием развития объектов и явлений, требуют применения адекватных научных методов в проведении соответствующих прогностических исследований.

По степени формализации все методы научного прогнозирования делятся на *интуитивные и формализованные*, а по способу их применения на *сингулярные* (одиночные, простые) и *комплексные*.

**Интуитивные методы** прогнозирования связаны с привлечением соответствующего математического аппарата. Это корреляционный и регрессивный анализы, метод группового учета аргументов, факторный анализ, вариационное исчисление, спектральный анализ, математические методы, используемые в теории распознавания образов, теории игр и др.

Сложность реальных объектов прогнозирования, их зависимость от социально-экономических, научно-технических факторов практически исключает возможность использования сингулярных прогностических методов.

Рассмотрим некоторые из них.

#### **Экспертные методы**

Интенсивно развивается новое направление исследований, связанное с количественным описанием качества предметов или процессов, которое получило название квалиметрии. Термин «*квалиметрия*» (в переводе с латинского «квали» – качество и «метро» – измерять) означает сравнительно новую область метрологических знаний по разработке комплексных количественных оценок качества объектов, явлений, процессов.

В квалитметрии можно выделить теоретическую и прикладную квалитметрию:

1. **Теоретическая квалитметрия** исследует проблемы измерений, общие вопросы измерения, анализа и оценки результатов в исследованиях, проблемы аналитической оценки качества.
2. **Прикладная квалитметрия** решает конкретные задачи, связанные с измерениями в исследованиях.

Квалитметрия в значительной степени использует математические методы. Среди них: теория вероятностей, математическая статистика, методы многомерного статистического анализа, факторного и корреляционного анализа.

### **Разновидности метода экспертных оценок**

1. **Метод комиссии.** Заключается в том, что на базе совокупности индивидуальных мнений эксперта находится самое объективное, обоснованное мнение по решению вопроса.

2. **Метод мозгового штурма** (или метод коллективу генеральной идеи). При помощи этого метода появляются новые идеи, оцениваются новые гипотезы развития какого-то последующего явления. Сущность метода мозгового штурма – в решении двух задач творческого генерирования новых идей, анализа оценки предложенной идеи. Для решения этих двух задач образуются 2 группы экспертов: в первой группе – генераторы идей; во второй – аналитики критически рассматривают идеи, мысли (высказанные первой группой), отбирают наиболее ценные и них.

3. **Метод Дельфи.** Заключается в последовательном анкетировании экспертов и выявлении преобладающего суждения специалистов по какому-то вопросу. Характерным является отсутствие контактов экспертов и коллективных обсуждений и многотуровый опрос экспертов. На первом этапе при помощи ранжирования явлению дается количественная оценка. Затем экспертам даются для анализа обоснованные анонимные выводы других экспертов по данному вопросу и разрешается дополнить своим мнением первоначальную анкету. Во втором туре полученные «средние» мнения экспертов сообщаются

экспертам и проводится третий тур, после третьего тура ответы экспертов не изменяются, а опрос может быть прекращен.

**4. Метод эвристического прогнозирования.** Отличается четким теоретическим обоснованием, выяснением компетентности экспертов и алгоритмом обработки полученной информации.

**5. Метод обобщения независимых характеристик.** Состоит в том, что о наблюдаемом объекте дают независимые оценки различные люди. Под обобщением характеристик подразумевается здесь не их суммирование для нахождения средних тенденций, а подробный анализ и синтез различных характеристик, в ходе которых отбрасывается все несущественное.

Метод обобщения независимых характеристик успешно применяется при изучении личности обучаемых в разных видах деятельности: в учебной, общественной, в быту и пр. В таком случае исследователь обобщает сведения, полученные из разных источников.

## 2.2.9 Методы анализа данных

**Дисперсионный анализ** – статистический метод; используется для изучения влияния различных одновременных действий.

**Контент-анализ** – анализ содержания (метод анализа текстов, содержания документов).

**Латентный анализ (скрытый)** – совокупность процедур для наблюдения скрытых, внешне ненаблюдаемых (латентных) составных переменных явления.

**Кластерный анализ** – метод классификации объектов исследования: анкет, интервью. Это многомерный анализ, который позволяет классифицировать одновременно по многим признакам. Он может быть использован для введения данных в группы, которые называются кластерами, а также для строк (в тексте), их можно назвать матрицами.

**Лонглайнный анализ** применяется для исследования таблиц сопряженности большого числа признаков основе которого лежит предположение о линейной зависимости логарифма частоты (количества, процента),

содержащейся в любой ячейке многомерной таблицы, от конкретных значений переменных, образующих данную таблицу.

**Контент–анализ** (в переводе с английского означает анализ содержания) – один из междисциплинарных методов социальных наук. Как метод научного анализа текста, он применяется в гуманитарных науках с целью углубленного понимания содержания текста, социальной позиции автора, его ценностных ориентации, направленности как коммуникатора (производителя текста, сообщения), так и участников коммуникации. Практически контент-анализ может быть применен для изучения массовой совокупности любых текстов.

С помощью контент-анализа можно исследовать содержание учебной информации, документы, определяющие функционирование педагогических систем.

#### **2.2.10 Математико–статистические методы в научных исследованиях**

##### **Регрессионный анализ**

**Регрессионным анализом** называют группу методов, направленных на выявление и математическое выражение тех изменений и зависимостей, которые имеют место в системе случайных величин.

**Первая задача – выявить факт изменчивости** изучаемого явления при определенных, но не всегда фиксированных условиях.

**Вторая задача – выявить тенденцию** как однонаправленное или периодическое изменение, которое, в частности, может рассматриваться генетически.

**Третья задача – это выявление закономерности**, выраженной в виде корреляционного уравнения (регрессии).

##### **Корреляционный анализ**

**Корреляционным анализом** называют группу методов, направленных на выявление и математическое представление структурных особенностей систем случайных явлений. Структура здесь понимается как множество взаимосвязей элементов системы, моделирующих количественные и качественные характеристики явлений, и выражается корреляционным графом и матрицей.

*Корреляцией* называется разновидность связи, которая определяется не через распределения, а только через параметры. Поэтому понятие о корреляции тесно связано с понятиями о регрессиях.

### **Факторный анализ**

*Факторным анализом* называют группу методов направленных на выявление и специфическое математическое выражение структур в системах случайных явлений. Исходным математическим объектом для факторного анализа, как и для корреляционного, является корреляционная матрица. Но если итогом корреляционного анализа является корреляционная структура, плеяды самих наблюдаемых результатов, то итогом факторного анализа является факторная структура, которая представляет собой отображение пространства коррелированных переменных в некоторое пространство идеальных математических объектов (факторов), называемое факторным пространством.

В содержательном смысле фактор представляет собой неизвестную или гипотетическую причину совместной изменчивости коррелирующих переменных. Одновременно фактор есть то общее, что объединяет переменные по смыслу, т.е. конструктивным обобщением смысла переменных.

Принято различать общие, групповые и единичные (специфические) факторы. Общий фактор имеет значимый вес для всех коррелированных переменных. Групповой (порциональный) – только для части, а единичный – для одной какой-нибудь переменной. Единичные факторы рассматриваются лишь в теории факторного анализа, на практике используются только общие и групповые факторы.

Формальная основная задача факторного анализа – в определенном смысле наилучшим образом выбрать факторное пространство, с числом фактов меньше числа коррелированных переменных, которое бы все их отображало с достаточной степенью точности.

### **2.3 Структура и содержание этапов исследовательского процесса**

Под исследовательским процессом понимается один из видов целенаправленной деятельности, отличающийся от других видов тем, что:

1) содержит творческую часть, которую можно назвать мысленным экспериментом с воображаемыми объектами;

2) устремлен на выяснение существенных характеристик явлений, процессов, которые в итоге выступают как важные обобщения в форме принципов, закономерностей и законов, знание которых обеспечивает преимущество в соответствующей области;

3) исследователь не имеет каких-либо алгоритмических предписаний успеха, нельзя также найти решение проблемы в литературе или выяснить это решение у своих коллег по науке;

4) исследователь поставлен в положение, когда он оказывается перед лицом сложности научной проблемы, испытывает объективную недостаточность информации, очевидную неопределенность направления поиска.

Как правило, созданные до него средства исследования не являются адекватными проблеме. Это противоречие – источник творческого состояния исследователя, в условиях которого разрабатывается гипотеза и методика научного поиска.

Каково же смысловое значение термина «*структура*» как философской, общенаучной категории? Функциональное значение структуры ограничено в названии раздела – «структура исследовательского процесса». Мы следуем толкованию, данному в Философской энциклопедии: «*Структура* (лат. *structura* – строение, расположение, порядок) – относительно устойчивое единство элементов, их отношений и целостности объекта инвариантный аспект системы».

Конечно, в творческом процессе возможны всякого рода отклонения. Они возникают под влиянием особенностей предшествующего опыта работы, ассоциативных связей, обусловленных научной средой, состоянием разработанности проблемы. Однако всякого рода отклонения только оттого и допустимы (как поиск нетривиальных решений), что исследователь имеет

возможность не упускать из виду главные вехи научно-исследовательского процесса.

Структурные компоненты исследовательского процесса (предполагающего экспериментальную часть) в оптимальном варианте выстраиваются следующим образом.

**Этап I. Общее ознакомление с проблемой исследования, определение ее внешних границ.**

На этом этапе устанавливается уровень ее разработанности, перспективность. Исследователь должен ясно: осознавать и мотивировать потребности общества в знаниях по данной проблеме.

Главный вопрос первого этапа научной работы – проблемный аспект темы, без чего нельзя переходить к следующему этапу научной работы. Этот первый шаг, если он сделан правильно, потенциально содержит в себе возможные успехи или неизбежные неудачи. Качество сформулированного проблемного аспекта избранной темы предопределяет в значительной мере конечные результаты исследования.

Соотношение темы и проблемы – важный вопрос в методологии. Тема исследования не является частью проблемы. По отношению к теме более общим (и притом ближайшим) понятием является «направление», представляющее собой связку однородных тем.

Существует методологическая закономерность формулировок тем исследования и достаточно быстрой смены одного или нескольких проблемных аспектов исследовательской темы. Тема существует долго, а проблемные аспекты ее меняются и под влиянием научно-технического и социального прогресса, и под влиянием изменения мировоззренческих взглядов на природу изучаемого явления.

**Этап II. Формулирование целей исследования.**

Цели исследования выступают как достижение неких новых состояний в каком-либо звене исследовательского процесса или как качественно новое состояние – результат преодоления противоречия между должным и сущим. Помимо формулирования общей цели формируются частные, промежуточные

цели. Промежуточные цели могут выступать и как препятствия, которые должны быть устранены, и как желанная иерархия работ (общих или индивидуальных).

Цели исследования должны конкретно формулироваться и находить свое выражение в описании того прогнозирующего состояния, в котором желательно видеть объект исследования в соответствии с социальным заказом. Цель исследования есть всегда описание проектируемого нормативного результата, вписанного в контекст связей более общей системы. Разработка иерархии Целей завершается построением сетевого графа (или дерева целей), в котором выделяется критический путь, оптимизирующий последовательность выполнения научно–исследовательских операций и всевозможных работ для достижения конечной цели.

### **Этап III. Разработка гипотезы исследования.**

Гипотеза исследования становится прообразом будущей теории в том случае, если последующим ходом работы она будет подтверждена. Поэтому при разработке гипотезы исследователь должен иметь в виду основные функции научной теории.

Поскольку речь идет о построении гипотезы как теоретической конструкции, истинность которой должна быть доказана экспериментально или массовым, организованным, контролируемым опытом, она уже в качестве проекта должна выполнять соответствующие функции в границах предмета исследования – описательную, объяснительную, прогностическую.

Удовлетворяя этим требованиям, гипотеза описывает структурную композицию предмета исследования как проявление качества единства целого. Тем самым в руки исследователя даются средства и методы управления процессом экспериментального преобразования действительности, гипотеза прогнозирует конечные результаты преобразования и долговременность их существования. Исследовательская практика показывает, что в творческом процессе формирования гипотезы определенную роль играет отдельный факт, психологическое состояние исследователя. Здесь особенно велика роль аналогий, уровня развития ассоциативного мышления научного работника. Возможны и другие конструктивные способы построения гипотез: разработка множества

вероятных «траекторий» движения объекта исследования, в результате чего последний приобретает качества, запланированные экспериментатором, если из всех возможных «траекторий» выяснена и реализована наилучшая.

**Этап IV. Постановка задач исследования. Констатирующий эксперимент.**

Гипотетически представленные внутренние механизмы функционирования исследуемого явления, предположительно описанные существенные его характеристики соотносятся с целями исследования, т.е. конечными проектируемыми результатами. Это соотнесение позволяет перейти к формулированию задач исследования. Такая теоретическая бота направлена на выработку формы и содержания конкретных поисковых заданий, устремленных на оптимизацию, варьирование условий (внешних и внутренних, существующих и экспериментально приносимых), в результате которых гипотетическая причинно—следственная связь приобретает все черты объективной закономерности.

В процессе формулирования исследовательских задач, как правило, возникает необходимость в проведении констатирующего эксперимента для установления фактического исходного состояния перед экспериментом основным, преобразующим. Проведение констатирующего эксперимента позволяет довести разработку исследовательских задач до высокой степени определенности и конкретности.

Таким образом, констатирующий эксперимент не формирует каких—либо новых, заданных качеств у объекта, его задача в другом: в объективном исследовании и установлении наличных существенных количественных и качественных характеристик, в установлении законов функционирования процесса в исходном состоянии, в причинном объяснении этого состояния. Именно такого рода знания являются отправным основанием для формулирования целей и задач исследования.

**Этап V. Вид преобразующего эксперимента и его организация.**

Новый этап движения научного поиска наступает после определения исследовательских задач. Должен быть представлен полный перечень существенных условий, как поддающихся регулированию, так и допускающих

хотя бы стабилизацию. Из этого описания становится ясным вид, содержание, набор средств направленного преобразования объекта (процесса, явления) с целью Формирования у него заранее заданных качеств.

Программа экспериментальной работы (т.е. перечень работ на весь собственно экспериментальный период) методика эксперимента и техника регистрации текущих событий экспериментального процесса осуществляются, прямыми и косвенными наблюдениями, проведением бесед, анкетированием, изучением всевозможной документации и материальных свидетельств.

Основные качества исследуемых методик, которые надлежит добиваться при планировании эксперимента, состоят в том, чтобы обеспечить с их помощью репрезентативность, валидность эксперимента, его достаточную разрешающую способность для разделения фактического материала по типическим группам или различия ступеней интенсивности изучаемого качества, функционирования процесса.

#### **Этап VI. Организация и проведение эксперимента.**

Организация и проведение эксперимента начинается с испытательной проверки экспериментальной документации: исследовательских методик, вопросников, анкет, программ бесед, таблиц или матриц для регистрации и накопления данных. Назначение такой проверки – внести возможные уточнения, изменения в документацию, отсеять излишества по сбору фактических данных, которые впоследствии окажутся обременительными, отнимающими время и отвлекающими внимание от центральных вопросов проблемы.

Экспериментальный процесс – наиболее трудоемкая, напряженная, динамичная часть научного исследования, остановить который невозможно, эксперимент не допускает каких-либо незапланированных пауз.

*В процессе эксперимента исследователь обязан:*

1) непрерывно поддерживать условия, обеспечивающие неизменность темпа и ритма протекания эксперимента, сходство и различие экспериментальных и контрольных групп;

2) варьировать и дозировать управляемые условия и интенсивность факторов, оказывающих направленное влияние на конечные результаты, подлежащие сопоставлению;

3) систематически оценивать, измерять, классифицировать и регистрировать частоту и интенсивность текущих событий экспериментального процесса, включая такие его моменты, когда объект исследования приобретает устойчивые запланированные характеристики;

4) параллельно эксперименту вести систематическую первичную обработку фактического материала с тем, чтобы сохранить его свежесть и достоверность деталей, не допустить наслоения на него последующих впечатлений и интерпретаций.

### **Этап VII. Обобщение и синтез экспериментальных данных.**

На предшествующих этапах аналитическая стадия исследования закончилась. На этапе обобщения и синтеза экспериментальных данных начинается воссоздание целостного представления об исследуемом объекте, но уже с точки зрения сущностных отношений и на этой основе экспериментально преобразованного.

Накопленный достаточный фактический материал, частично уже систематизированный в процессе эксперимента, переходит во внутреннюю лабораторию ученого, в которой логические и формализованные методы исследования экспериментального материала приобретают первостепенное значение.

Фактический материал подвергается квалификации по разным основаниям, формируются статистические последовательности, полигоны распределения, обнаруживаются тенденции развития стабильности, скачков в формировании качеств объекта экспериментального воздействия и исследования. Индуктивные и дедуктивные обобщения фактического материала строятся в соответствии с требованиями репрезентативности, валидности и релевантности.

*На основе объективно познанных закономерностей проводятся:*

1) ретроспективная ревизия выдвинутой гипотезы с целью перевода ее в ранг теории в той ее части, в которой она оказалась состоятельной;

2) формулирование общих и частных следствий в этой теории, допускающих контрольную ее проверку и воспроизведение экспериментального эффекта в иное время и в ином месте другими исследователями, но при строгом соблюдении ими условий эксперимента;

3) оценка адекватности методов исследования и исходных теоретических концепций с целью приращения и совершенствования методологического знания и включения его в общую систему методологии науки;

4) разработка прикладной части теории, адресуемой каким-либо категориям потребителей или уровням практики. Рекомендации должны разрабатываться исключительно в такой форме, в которой их в состоянии потребить практика.

Придерживаясь данных рекомендаций, исследователь получает своего рода нормативные методологические ориентиры организации научной деятельности.

### ***Список дополнительной литературы к разделу 2***

1. Кузнецов И.Н. Научные работы: Методика подготовки и оформления / – М.: изд-во «Амалфея», 2000. – 544 с.

### 3 Разработка автоматизированной системы

#### 3.1 Стадии создания автоматизированной системы

В соответствии с ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания» при разработке автоматизированной системы (АС) необходимо придерживаться строгой последовательности работ. Стадии и этапы создания АС в общем случае приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Стадии и этапы создания АС

Стадии	Этапы работ
1. Формирование требований к АС	1.1. Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС
	1.2. Формирование требований пользователя к АС
	1.3. Оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку АС (тактико–технического задания)
2. Разработка концепции АС	2.1. Изучение объекта
	2.2. Проведение необходимых научно–исследовательских работ
	2.3. Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя
	2.4. Оформление отчета о выполненной работе
3. Техническое задание	3.1. Разработка и утверждение технического задания на создание АС
4. Эскизный проект	4.1. Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям
	4.2. Разработка документации на АС и ее части

Стадии	Этапы работ
5. Технический проект	5.1. Разработка проектных решений по системе и ее частям
	5.2. Разработка документации на АС и ее части
	5.3. Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку
	5.4. Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации
6. Рабочая документация	6.1. Разработка рабочей документации на систему и ее части
	6.2. Разработка или адаптация программ
7. Ввод в действие	7.1. Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие
	7.2. Подготовка персонала
	7.3. Комплектация АС поставляемая изделиями (программными и техническими средствами, программно–техническими комплексами, информационными изделиями)
	7.4. Строительно–монтажные работы
	7.5. Пусконаладочные работы
	7.6. Проведение предварительных испытаний
	7.7. Проведение опытной эксплуатации
	7.8. Проведение приемочных испытаний
8. Сопровождение АС	8.1. Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами
	8.2. Послегарантийное обслуживание

Стадии и этапы, выполняемые организациями – участниками работ по созданию АС, устанавливаются в договорах и техническом задании на основе настоящего стандарта.

Допускается исключать стадию «Эскизный проект» и отдельные этапы работ на всех стадиях, объединять стадии «Технический проект» и «Рабочая документация» в одну стадию «Техно-рабочий проект». В зависимости от специфики создаваемых АС и условий их создания допускается выполнять отдельные этапы работ до завершения предшествующих стадий, параллельное во времени выполнение этапов работ, включение новых этапов работ.

### **3.2 Содержание работ**

На этапе 1.1 «Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС» в общем случае проводят:

- сбор данных об объекте автоматизации и осуществляемых видах деятельности;
- оценку качества функционирования объекта и осуществляемых видов деятельности, выявление проблем, решение которых возможно средствами автоматизации;
- оценку (технико-экономической, социальной и т.п.) целесообразности создания АС.

На этапе 1.2 «Формирование требований пользователя к АС» проводят:

- подготовку исходных данных для формирования требований к АС (характеристика объекта автоматизации, описание требований к системе, ограничения допустимых затрат на разработку, ввод в действие и эксплуатацию, эффект, ожидаемый от системы, условия создания и функционирования системы);
- формулировку и оформление требований пользователя к АС.

На этапе 1.3 «Оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку АС (тактико-технического задания)» проводят оформление отчета о выполненных работах на данной стадии и оформление заявки на разработку АС (тактико-технического задания) или другого заменяющего ее документа с аналогичным содержанием.

На этапах 2.1 «Изучение объекта» и 2.2 «Проведение необходимых научно-исследовательских работ» организация-разработчик проводит детальное изучение объекта автоматизации и необходимые научно-исследовательские работы (НИР), связанные с поиском путей и оценкой возможности реализации требований пользователя, оформляют и утверждают отчеты о НИР.

На этапе 2.3 «Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя» в общем случае проводят разработку альтернативных вариантов концепции создаваемой АС и планов их реализации; оценку необходимых ресурсов на их реализацию и обеспечение функционирования; оценку преимуществ и недостатков каждого варианта; сопоставление требований пользователя и характеристик предлагаемой системы и выбор оптимального варианта; определение порядка оценки качества и условий приемки системы; оценку эффектов, получаемых от системы.

На этапе 2.4 «Оформление отчета о выполненной работе» подготавливают и оформляют отчет, содержащий описание выполненных работ на стадии, описание и обоснование предлагаемого варианта концепции системы.

На этапе 3.1 «Разработка и утверждение технического задания на создание АС» проводят разработку, оформление, согласование и утверждение технического задания на АС и, при необходимости, технических заданий на части АС.

На этапе 4.1 «Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям» определяются: функции АС; функции подсистем, их цели и эффекты; состав комплексов задач и отдельных задач; концепции информационной базы, ее укрупненная структура; функции системы управления базой данных; состав вычислительной системы; функции и параметры основных программных средств.

На этапе 5.1 «Разработка проектных решений по системе и ее частям» обеспечивают разработку общих решений по системе и ее частям, функционально–алгоритмической структуре системы, по функциям персонала и организационной структуре, по структуре технических средств, по алгоритмам

решений задач и применяемым языкам, по организации и ведению информационной базы, системе классификации и кодирования информации, по программному обеспечению.

На этапах 4.2 и 5.2 «Разработка документации на АС и ее части» проводят разработку, оформление, согласование и утверждение документации в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию АС. Виды документов – по ГОСТ 34.201.

На этапе 5.3 «Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку» проводят: подготовку и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС; определение технических требований и составление ТЗ на разработку изделий, не изготавливаемых серийно.

На этапе 5.4 «Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта автоматизации» осуществляют разработку, оформление, согласование и утверждение заданий на проектирование в смежных частях проекта объекта автоматизации для проведения строительных, электротехнических, санитарно–технических и других подготовительных работ, связанных с созданием АС.

На этапе 6.1 «Разработка рабочей документации на систему и ее части» осуществляют разработку рабочей документации, содержащей все необходимые и достаточные сведения для обеспечения выполнения работ по вводу АС в действие и ее эксплуатации, а также для поддержания уровня эксплуатационных характеристик (качества) системы в соответствии с принятыми проектными решениями, ее оформление, согласование и утверждение. Виды документов – по ГОСТ 34.201.

На этапе 6.2 «Разработка или адаптация программ» проводят разработку программ и программных средств системы, выбор, адаптацию и (или) привязку приобретаемых программных средств, разработку программной документации в соответствии с ГОСТ 19.101.

На этапе 7.1 «Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие» проводят работы по организационной подготовке объекта автоматизации к вводу

АС в действие, в том числе: реализацию проектных решений по организационной структуре АС; обеспечение подразделений объекта управления инструктивно–методическими материалами; внедрение классификаторов информации.

На этапе 7.2 «Подготовка персонала» проводят обучение персонала и проверку его способности обеспечить функционирование АС.

На этапе «Комплектация АС поставляемыми изделиями» обеспечивают получение комплектующих изделий серийного и единичного производства, материалов и монтажных изделий. Проводят входной контроль их качества.

На этапе 7.4 «Строительно-монтажные работы» проводят: выполнение работ по строительству специализированных зданий (помещений) для размещения технических средств и персонала АС; сооружение кабельных каналов; выполнение работ по монтажу технических средств и линий связи; испытание смонтированных технических средств; сдачу технических средств для проведения пусконаладочных работ.

На этапе 7.5 «Пусконаладочные работы» проводят автономную наладку технических и программных средств, загрузку информации в базу данных и проверку системы ее ведения; комплексную наладку всех средств системы.

На этапе 7.6 «Проведение предварительных испытаний» осуществляют:

- испытания АС на работоспособность и соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой предварительных испытаний;
- устранение неисправностей и внесение изменений в документацию на АС, в том числе эксплуатационную в соответствии с протоколом испытаний;
- оформление акта о приемке АС в опытную эксплуатацию.

На этапе 7.7 «Проведение опытной эксплуатации» проводят: опытную эксплуатацию АС; анализ результатов опытной эксплуатации АС; доработку (при необходимости) программного обеспечения АС; дополнительную наладку (при необходимости) технических средств АС; оформление акта о завершении опытной эксплуатации.

На этапе 7.8 «Проведение приемочных испытаний» проводят:

- испытания на соответствие техническому заданию в соответствии с программой и методикой приемочных испытаний;
- анализ результатов испытаний АС и устранение недостатков, выявленных при испытаниях;
- оформление акта о приемке АС в постоянную эксплуатацию.

На этапе 8.1 «Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами» осуществляют работы по устранению недостатков, выявленных при эксплуатации АС в течение установленных гарантийных сроков, внесению необходимых изменений в документацию на АС.

На этапе 8.2 «Послегарантийное обслуживание» осуществляют работы по:

- анализу функционирования системы;
- выявлению отклонений фактических эксплуатационных характеристик АС от проектных значений;
- установлению причин этих отклонений;
- устранению выявленных недостатков и обеспечению стабильности эксплуатационных характеристик АС;
- внесению необходимых изменений в документацию на АС.

### **3.3 Требования к содержанию документов на автоматизированные системы**

Настоящие методические указания (РД 50-34.698-90) распространяются на автоматизированные системы, используемые в различных сферах деятельности (управление, исследование, проектирование и т. п.), включая их сочетание, и устанавливают требования к содержанию документов, разрабатываемых при создании АС.

#### **3.3.1 Общие положения**

Требования к содержанию документов, разрабатываемых при создании АС, установлены настоящими указаниями, а также соответствующими государственными стандартами Единой системы программной документации

(ЕСПД), Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы проектной документации для строительства (СПДС) и ГОСТ 34.602.

Виды и комплектность документов регламентированы ГОСТ 34.201.

Содержание документов является общим для всех видов АС и, при необходимости, может дополняться разработчиком документов, в зависимости от особенностей создаваемой АС. Допускается включать в документы дополнительные разделы и сведения, объединять и исключать разделы.

Содержание каждого документа, разрабатываемого при проектировании АС согласно ГОСТ 34.201, определяет разработчик в зависимости от объекта проектирования (системы, подсистема и т.д.).

Содержание документов, разрабатываемых на предпроектных стадиях по ГОСТ 34.601, и организационно–распорядительных, определяют разработчики в зависимости от объема информации, необходимой и достаточной для дальнейшего использования документов. Содержание этих документов приведено в приложениях А и Б.

Документы, при необходимости, сброшюровывают в книги или тома, к которым составляют описи.

### **3.3.2 Требования к содержанию документов по общесистемным решениям**

**Ведомость эскизного (технического) проекта.** Ведомость содержит перечень всех документов, разработанных на соответствующих стадиях создания АС и применяемых из проектов других АС.

Ведомость заполняют по разделам – частям проекта АС.

Документ следует выполнять по ГОСТ 2.106.

Наименования разделов и подразделов записывают в графах «Обозначение» и «Наименование» в виде заголовков и выделяют подчеркиванием.

**Пояснительные записки к эскизному, техническому проектам.**

Документы содержат разделы:

- 1) общие положения;
- 2) описание процесса деятельности;

3) основные технические решения;

4) мероприятия по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие.

В разделе «Общие положения» приводят:

1) наименование проектируемой АС и наименования документов, их номера и дату утверждения, на основании которых ведут проектирование АС;

2) перечень организаций, участвующих в разработке системы, сроки выполнения стадий;

3) цели, назначение и области использования АС;

4) подтверждение соответствия проектных решений действующим нормам и правилам техники безопасности, пожаро- и взрывобезопасности и т. п.;

5) сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах;

6) сведения о НИР, передовом опыте, изобретениях, использованных при разработке проекта;

7) очередность создания системы и объем каждой очереди.

В разделе «Описание процесса деятельности» отражают состав процедур (операций) с учетом обеспечения взаимосвязи и совместимости процессов автоматизированной к неавтоматизированной деятельности, формируют требования к организации работ в условиях функционирования АС.

В разделе «Основные технические решения» приводят:

1) решения по структуре системы, подсистем, средствам и способам связи для информационного обмена между компонентами системы, подсистем:

2) решения по взаимосвязям АС со смежными системами, обеспечению ее совместимости;

3) решения по режимам функционирования, диагностированию работы системы;

4) решения по численности, квалификации и функциям персонала АС, режимам его работы, порядку взаимодействия;

5) сведения об обеспечении заданных в техническом задании потребительских характеристик системы (подсистем), определяющих ее качество;

6) состав функций, комплексов задач (задач) реализуемых системой (подсистемой);

7) решения по комплексу технических средств, его размещению на объекте;

8) решения по составу информации, объему, способам ее организации, видам машинных носителей, входным и выходным документам и сообщениям, последовательности обработки информации и другим компонентам;

9) решения по составу программных средств, языкам деятельности, алгоритмам процедур и операций и методам их реализации.

В разделе приводят в виде иллюстраций другие документы, которые допускается включать по ГОСТ 34.201.

В разделе «Мероприятия по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие» приводят:

1) мероприятия по приведению информации к виду, пригодному для обработки на ЭВМ;

2) мероприятия по обучению и проверке квалификации персонала;

3) мероприятия по созданию необходимых подразделений и рабочих мест;

4) мероприятия по изменению объекта автоматизации;

5) другие мероприятия, исходящие из специфических особенностей создаваемых АС.

**Схема функциональной структуры.** Документ «Схема функциональной структуры» содержит:

1) элементы функциональной структуры АС (подсистемы АС); автоматизированные функции и (или) задачи (комплексы задач); совокупности действий (операций), выполняемых при реализации автоматизированных функций только техническими средствами (автоматически) или только человеком;

2) информационные связи между элементами и с внешней средой с кратким указанием содержания сообщений и (или) сигналов, передаваемых по связям, и при необходимости, связи других типов (входимости, подчинения и т. д.);

3) детализированные схемы частей функциональной структуры (при необходимости).

автоматизируемых функций» содержит разделы:

- 1) исходные данные;
- 2) цели АС и автоматизированные функции;
- 3) характеристика функциональной структуры;
- 4) типовые решения (при наличии).

В разделе «Исходные данные» приводят:

- 1) перечень исходных материалов и документов, использованных при разработке функциональной части проекта АС;
- 2) особенности объекта управления, влияющие на проектные решения по автоматизированным функциям;
- 3) данные о системах управления, взаимосвязанных с разрабатываемой АС, и сведения об информации, которой она должна обмениваться с абонентами и другими системами;
- 4) описание информационной модели объекта вместе с его системой управления.

В разделе «Цели АС и автоматизированные функции» приводят описание автоматизированных функций, направленных на достижение установленных целей.

Раздел «Характеристика функциональной структуры» содержит:

- 1) перечень подсистем АС с указанием функций и (или) задач, реализуемых в каждой подсистеме;
- 2) описание процесса выполнения функций (при необходимости);
- 3) необходимые пояснения к разделению автоматизированных функций на действия (операции), выполняемые техническими средствами и человеком;
- 4) требования к временному регламенту и характеристикам процесса реализации автоматизированных функций (точности, надежности и т.п.) и решения задач.

В разделе «Типовые решения» приводят перечень типовых решений с указанием функций, задач, комплексов задач, для выполнения которых они применены.

**Описание постановки задачи (комплекса задач).** Документ содержит разделы:

- 1) характеристики комплекса задач;
- 2) выходная информация;
- 3) входная информация.

В разделе «Характеристики комплекса задач» приводят:

- 1) назначение комплекса задач;
- 2) перечень объектов (технологических объектов управления, подразделений предприятия и т.п.), при управлении которыми решают комплекс задач;
- 3) периодичность и продолжительность решения;
- 4) условия, при которых прекращается решение комплекса задач автоматизированным способом (при необходимости);
- 5) связи данного комплекса задач с другими комплексами (задачами) АС;
- 6) должности лиц и (или) наименования подразделений, определяющих условия и временные характеристики конкретного, решения задачи (если они не определены общим алгоритмом функционирования системы);
- 7) распределение действий между персоналом и техническими средствами при различных ситуациях решения комплекса задач.

Раздел «Выходная информации» содержит:

- 1) перечень и описание выходных сообщений;
- 2) перечень и описание имеющих самостоятельное смысловое значение структурных единиц информации выходных сообщений (показателей, реквизитов и их совокупностей, сигналов управления) или ссылку на документы, содержащие эти данные.

В описании по каждому выходному сообщению следует указывать:

- 1) идентификатор;
- 2) форму представления сообщения (документ, видеокادر, сигнал управления) и требования к ней;
- 3) периодичность выдачи;
- 4) сроки выдачи и допустимое время задержки решения;

5) получателей и назначение выходной информации.

В описании по каждой структурной единице информации следует указывать:

- 1) наименование;
- 2) идентификатор выходного сообщения, содержащего структурную единицу информации;
- 3) требования к точности и надежности вычисления (при необходимости).

Раздел «Входная информация» должен содержать:

- 1) перечень и описание входных сообщений (идентификатор, форму представления, сроки и частоту поступления);
- 2) перечень и описание структурных единиц информации входных сообщений или ссылку на документы, содержащие эти данные.

В описании по каждой структурной единице информации входных сообщений следует указывать:

- 1) наименование;
- 2) требуемую точность ее числового значения (при необходимости);
- 3) источник информации (документ, видеокадр, устройство, кодограмма, информационная база на машинных носителях и т. д.);
- 4) идентификатор источника информации.

Допускается давать в виде приложений иллюстрационный материал, таблицы или текст вспомогательного характера, а также документы, имеющие самостоятельные обозначения (чертежи форм документов, описание массивов информации, схемы и т. д.).

**Локальная смета и локальный сметный расчет.** Локальная смета и локальный сметный расчет содержат сведения о сметной стоимости работ, выполняемых при создании АС, и сметной стоимости объектов, сооружаемых при создании АС, в соответствии с требованиями СНиП 1.02.01 и других документов по определению стоимости АС и ее составных частей.

*Примечание.* При изменении сметной стоимости работ и объектов по сравнению с запланированной уточняют экономическую эффективность АС.

**Паспорт.** Документ содержит разделы:

- 1) общие сведения об АС;
- 2) основные характеристики АС;
- 3) комплектность;
- 4) свидетельство (акт) о приемке;
- 5) гарантии изготовителя (поставщика);
- 6) сведения о рекламациях.

В разделе «Общие сведения об АС» указывают наименование АС, ее обозначение, присвоенное разработчиком, наименование предприятия–поставщика и другие сведения об АС в целом.

В разделе «Основные характеристики АС» должны быть приведены:

- 1) сведения о составе функций, реализуемых АС, в том числе измерительных и управляющих;
- 2) описание принципа функционирования АС;
- 3) общий регламент и режимы функционирования АС и сведения о возможности изменения режимов ее работы;
- 4) сведения о совместимости АС с другими системами.

В разделе «Комплектность» указывают все непосредственно входящие в состав АС комплексы технических и программных средств, отдельные средства, в том числе носители данных и эксплуатационные документы.

В разделе «Свидетельство о приемке» приводят дату подписания акта о приемке АС в промышленную эксплуатацию и фамилии лиц, подписавших акт.

В разделе «Гарантии изготовителя» приводят сроки гарантии АС в целом и ее отдельных составных частей, если эти сроки не совпадают со сроками гарантии АС в целом.

В разделе «Сведения о рекламациях» регистрируют все предъявленные рекламации, их краткое содержание и меры, принятые по рекламациям.

**Формуляр.** Документ содержит разделы:

- 1) общие сведения;
- 2) основные характеристики;
- 3) комплектность;

- 4) свидетельство о приемке;
- 5) гарантийные обязательства;
- 6) сведения о состоянии АС;
- 7) сведения о рекламациях.

В разделе «Общие сведения» указывают наименование АС, ее обозначение, присвоенное разработчиком, наименование разработчика, дата сдачи АС в эксплуатацию, общие указания персоналу по эксплуатации АС, требования по ведению формуляра и месте его хранения, в т. ч. перечень технической документации, с которой должен быть ознакомлен персонал.

В разделе «Основные характеристики» указывают:

- 1) перечень реализуемых функций;
- 2) количественные и качественные характеристики АС и ее частей;
- 3) описание принципов функционирования АС, регламент и режимы функционирования;
- 4) сведения о взаимодействии АС с другими системами.

В разделе «Комплектность» указывают:

- 1) перечень технических и программных средств, в том числе носителей данных;
- 2) перечень эксплуатационных документов.

В разделе «Свидетельство о приемке» указывают:

- 1) даты подписания актов о приемке АС и ее частей в промышленную эксплуатацию;
- 2) фамилии председателей комиссий, осуществлявших приемку АС.

В разделе «Гарантийные обязательства» указывают:

- 1) гарантийные обязательства разработчиков АС по системе в целом и частям, имеющим разные гарантийные сроки;
- 2) перечень технических средств АС, имеющих гарантийные сроки службы меньше гарантийных сроков для системы.

В разделе «Сведения о состоянии АС» указывают:

- 1) сведения о неисправностях, в том числе дату, время, характер, причину возникновения и лица, устранивших неисправность;

- 2) замечания по эксплуатации и аварийным ситуациям, принятые меры;
- 3) сведения о проведении проверок измерительных устройств и точностных характеристик измерительных каналов (для АСУ ТП);
- 4) сведения о ремонте технических средств и изменениях в программном обеспечении с указанием основания, даты и содержания изменения;
- 5) сведения о выполнении регламентных (профилактических работ и их результатах).

В разделе «Сведения о рекламациях» указывают сведения о рекламациях с указанием номера, даты, краткого содержания рекламационного акта, а также сведения об устранении замечаний, указанных в акте.

**Проектная оценка надежности системы.** Документ содержит разделы:

- 1) введение;
- 2) исходные данные;
- 3) методика расчета;
- 4) расчет показателей надежности;
- 5) анализ результатов расчета.

В разделе «Введение» указывают:

- 1) назначение расчета надежности системы;
- 2) перечень оцениваемых показателей надежности;
- 3) состав учитываемых при расчете факторов, а также принятые допущения и ограничения.

В разделе «Исходные данные» приводят:

- 1) данные о надежности (паспортные и справочные) элементов АС, учитываемые при расчете надежности системы;
- 2) данные о режимах и условиях функционирования элементов АС;
- 3) сведения об организационных формах, режимах и параметрах эксплуатации АС.

В разделе «Методика расчета» указывают обоснование выбора методики расчета и нормативно-технический документ, согласно которого проводят расчет, или краткое описание методики расчета и ссылку на источники, где она опубликована.

В разделе «Расчет показателей надежности» указывают:

- 1) надежностные структуры компонентов АС (комплекса технических средств, программного обеспечения и персонала) по всем оцениваемым функциям (функциональным подсистемам) АС;
- 2) необходимые вычисления;
- 3) результаты расчета.

В разделе «Анализ результатов расчета» указывают:

- 1) итоговые данные расчета по каждой оцениваемой функции (функциональной подсистеме) АС и каждому нормируемому показателю надежности;
- 2) выводы о достаточности или недостаточности полученного уровня надежности АС по каждой оцениваемой функции (функциональной подсистеме) АС и, при необходимости, рекомендации по повышению надежности.

Если в обоснованных случаях при оценке надежности АС нельзя учесть уровень надежности программного обеспечения АС и уровень надежности действий персонала АС, то в документе «Проектная оценка надежности системы» указывают сведения по оценке надежности АС только с учетом надежности комплекса технических средств, в том числе нестандартных.

**Общее описание системы.** Документ содержит разделы:

- 1) назначение системы;
- 2) описание системы;
- 3) описание взаимосвязей АС с другими системами;
- 4) описание подсистем (при необходимости).

В разделе «Назначение системы» указывают:

- 1) вид деятельности, для автоматизации которой предназначена система;
- 2) перечень объектов автоматизации, на которых используется система;
- 3) перечень функций, реализуемых системой.

В разделе «Описание системы» указывают:

- 1) структуру системы и назначение ее частей;
- 2) сведения об АС в целом и ее частях, необходимые для обеспечения эксплуатации системы;

3) описание функционирования системы и ее частей.

В разделе «Описание взаимосвязей АС с другими системами» указывают:

1) перечень систем, с которыми связана данная АС;

2) описание связей между системами;

3) описание регламента связей;

4) описание взаимосвязей АС с подразделениями объекта автоматизации.

В разделе «Описание подсистем» указывают:

1) структуру подсистем и назначение ее частей;

2) сведения об подсистемах и их частях, необходимые для обеспечения их функционирования;

3) описание функционирования подсистем и их частей.

**Ведомость держателей подлинников – по ГОСТ 2.112.**

**Ведомость эксплуатационных документов.** Документ содержит перечень эксплуатационных документов согласно ГОСТ 34.201.

Ведомость заполняют по разделам – частям проекта АС.

**Программа и методика испытаний (компонентов, комплексов средств автоматизации, подсистем, систем).** Программа и методика испытаний комплекса средств автоматизации проектирования на этапе опытного функционирования предназначена для установления технических данных, подлежащих проверке при испытании компонентов АС и комплекса средств автоматизации проектирования, а также порядок испытаний и методы их контроля.

Программа и методика испытаний системы (подсистемы) на этапе опытного функционирования предназначена для установления данных, обеспечивающих получение и проверку проектных решений, выявление причин сбоев, определение качества работ, показателей качества функционирования системы (подсистемы), проверку соответствия системы требованиям техники безопасности, продолжительность и режим испытаний.

Программы испытаний должны содержать перечни конкретных проверок (решаемых задач), которые следует осуществлять при испытаниях для

подтверждения выполнения требований ТЗ, со ссылками на соответствующие методики (разделы методик) испытаний.

Перечень проверок, подлежащих включению в программу испытаний, включает:

- 1) соответствие системы ТЗ;
- 2) комплектность системы;
- 3) комплектность и качество документации;
- 4) комплектность, достаточность состава к качеству программных средств и программной документации;
- 5) количество и квалификация обслуживающего персонала;
- 6) степень выполнения требований функционального назначения системы;
- 7) контролепригодность системы;
- 8) выполнение требований техники безопасности, противопожарной безопасности, промышленной санитарии, эргономики;
- 9) функционирование системы с применением программных средств.

Описание методов испытаний системы по отдельным показателям рекомендуется располагать в той же последовательности, в которой эти показатели расположены в технических требованиях.

Программа испытаний содержит разделы:

- 1) объект испытаний;
- 2) цель испытаний;
- 3) общие положения;
- 4) объем испытаний;
- 5) условия и порядок проведения испытаний;
- 6) материально–техническое обеспечение испытаний;
- 7) метрологическое обеспечение испытаний;
- 8) отчетность.

В документ включают приложения.

В зависимости от особенностей систем допускается объединять или исключать отдельные разделы при условии изложения их содержания в других

разделах программы испытаний, а также включать в нее дополнительные разделы (при необходимости).

В разделе «Объект испытаний» указывают:

- 1) полное наименование системы, обозначение;
- 2) комплектность испытательной системы.

В разделе «Цель испытаний» указывают конкретные цели и задачи, которые должны быть достигнуты и решены в процессе испытаний.

В разделе «Общие положения» указывают:

1) перечень руководящих документов, на основании которых проводят испытания;

2) место и продолжительность испытаний;

3) организации, участвующие в испытаниях;

4) перечень ранее проведенных испытаний;

5) перечень предъявляемых на испытания документов, откорректированных по результатам ранее проведенных испытаний.

В разделе «Объем испытаний» указывают:

1) перечень этапов испытаний и проверок, а также количественные и качественные характеристики, подлежащие оценке;

2) последовательность проведения и режима испытаний;

3) требования по испытаниям программных средств;

4) перечень работ, проводимых после завершения испытаний, требования к ним, объем и порядок проведения.

В разделе «Условия и порядок проведения испытаний» указывают:

1) условия проведения испытаний;

2) условия начала и завершения отдельных этапов испытаний;

3) имеющиеся ограничения в условиях проведения испытаний;

4) требования к техническому обслуживанию системы;

5) меры, обеспечивающие безопасность и безаварийность проведения испытаний;

6) порядок взаимодействия организаций, участвующих в испытаниях;

7) порядок привлечения экспертов для исследования возможных повреждений в процессе проведения испытаний;

8) требования к персоналу, проводящему испытания, и порядок его допуска к испытаниям.

В разделе «Материально-техническое обеспечение испытаний» указывают конкретные виды материально-технического обеспечения с распределением задач и обязанностей организации, участвующих в испытаниях.

В разделе «Метрологическое обеспечение испытаний» приводят перечень мероприятий по метрологическому обеспечению испытаний с распределением задач и ответственности организаций, участвующих в испытаниях, за выполнение соответствующих мероприятий.

В разделе «Отчетность» указывают перечень отчетных документов, которые должны оформляться в процессе испытаний и по их завершению, с указанием организаций и предприятий, разрабатывающих, согласующих и утверждающих их, и сроки оформления этих документов.

К отчетным документам относят акт и отчет о результатах испытаний, акт технического состояния системы после испытаний.

В приложения включают перечень методик испытаний, математических и комплексных моделей, применяемых для оценки характеристик системы.

При проведении испытаний в несколько этапов программы испытаний должны быть оформлены в виде единого документа.

Методики испытаний разрабатывают на основе ТЗ и утвержденных программ испытаний с использованием типовых методик испытаний (при наличии). При этом отдельные положения типовых методик испытаний могут уточняться и конкретизироваться в разрабатываемых методиках испытаний в зависимости от особенности системы и условий проведения испытаний. Содержание разделов методик устанавливает разработчик.

**Схема организационной структуры.** Схема организационной структуры содержит:

1) состав подразделений (должностных лиц) организации, обеспечивающих функционирование АС либо использующих при принятии решения информацию,

полученную от АС;

2) основные функции и связи между подразделениями и отдельными должностными лицами, указанными на схеме, и их подчиненность.

### **3.3.3 Требования к содержанию документов с решениями по техническому обеспечению**

**Схема автоматизации.** Схема автоматизации содержит:

1) упрощенное изображение объекта или его части, для которой составлена схема;

2) средства технического обеспечения, участвующие в процессе отображенном на схеме за исключением вспомогательных устройств и аппаратуры (источники питания реле, магнитные пускатели);

3) функциональные связи между средствами технического обеспечения;

4) внешние функциональные связи средств технического обеспечения с другими техническими средствами;

5) таблицу примененных в схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами.

На схеме допускают необходимые текстовые пояснения

**Описание комплекса технических средств.** Документ содержит разделы:

1) общие положения;

2) структура комплекса технических средств;

3) средства вычислительной техники;

4) аппаратура передачи данных.

В разделе «Общие положения» приводят исходные данные, использованные при проектировании технического обеспечения АС.

В разделе «Структура комплекса технических средств» приводят:

1) обоснование выбора структуры комплекса технических средств (КТС), в том числе технические решения по обмену данными с техническими средствами других АС (в случае наличия указанных связей), по использованию технических средств ограниченного применения (в соответствии с перечнями утвержденными

в установленном порядке) и ссылки на документы, подтверждающие согласование их поставки;

2) описание функционирования КТС, в том числе в пусковых и аварийных режимах;

3) описание размещения КТС на объектах и на производственных площадях с учетом выполнения требований техники безопасности и соблюдения технических условий эксплуатации технических средств;

4) обоснование применения и технические требования к оборудованию, предусмотренному в утвержденных проектах и сметах на строительство или реконструкцию предприятий и изготавливаемому в индивидуальном порядке промышленными предприятиями или строительно-монтажными организациями по заказным спецификациям и чертежам проектных организаций как неповторяющиеся, не имеющие отраслевой принадлежности по изготовлению и применяемые в силу особых технических решений в проекте;

5) обоснование методов защиты технических средств от механических, тепловых, электромагнитных и других воздействий, защиты данных, в том числе от несанкционированного доступа к ним, и обеспечения заданной достоверности данных в процессе функционирования КТС (при необходимости);

6) результаты проектной оценки надежности КТС.

В разделе приводят в виде иллюстраций другие документы, которые допускается включать по ГОСТ 34.201.

В разделе «Средства вычислительной техники» приводят:

1) обоснование и описание основных решений по выбору типа ЭВМ;

2) обоснование и описание основных решений по выбору типов периферийных технических средств, в том числе средств получения, контроля, подготовки, сбора, регистрации, хранения и отображения информации;

3) описание структурной схемы технических средств, размещенных в вычислительном центре (ВЦ) и на рабочих местах персонала;

4) результаты расчета или расчет числа технических средств и потребности в машинных носителях данных;

5) обоснование численности персонала, обеспечивающего функционирование технических средств в различных режимах;

6) технические решения по оснащению рабочих мест персонала, включая описание рабочих мест и расчет площадей;

7) описание особенностей функционирования технических средств в пусковом, нормальном и аварийном режимах.

В разделе «Аппаратура передачи данных» приводят:

1) обоснование и описание решений по выбору средств телеобработки и передачи данных, в том числе решения по выбору каналов связи и результаты расчета (при необходимости расчет) их числа;

2) решения по выбору технических средств, обеспечивающих сопряжения с каналами связи, в том числе результаты расчета (или расчет) их потребности;

3) требования к арендуемым каналам связи;

4) сведения о размещении абонентов и объемно–временных характеристиках передаваемых данных;

5) основные показатели надежности, достоверности и других технических характеристик средств телеобработки и передачи данных.

**План расположения.** План расположения средств технического обеспечения, выполняемый при разработке технического проекта, должен определять расположение пунктов управления и средств технического обеспечения, требующих специальных помещений или отдельных площадей для размещения,

Документ допускается включать в раздел «Структура комплекса технических средств» документа «Описание комплекса технических средств».

**План расположения оборудования и проводок.** План расположения оборудования и проводок должен показывать планы и разрезы помещений, на которых должно быть указано размещение средств технического обеспечения: датчиков с отборными устройствами, исполнительных механизмов, устройств телемеханики и связи, средств вычислительной техники, кабельных и трубных проводок и т.п. На плане указывают установочные размеры, необходимые для монтажа технических средств.

**Технические задания на разработку специализированных (новых) технических средств.** Содержание технического задания определяют заказчик и разработчик в соответствии с ГОСТ 15.001.

**Задания на разработку строительных, электротехнических, санитарно-технических и других разделов проекта, связанных с созданием системы.** Задание включает планировку размещения технических средств, линии связи между ними, требования к помещению, условиям размещения технических средств и ряд других требований, связанных с необходимостью проведения подготовительных работ.

**Перечень заданий на разработку специализированных (новых) технических средств.** Документ по каждому заданию содержит наименование и назначение разработки, наименование организации–разработчика (предполагаемой), ориентировочную стоимость и объем разработки, сроки выполнения работ.

**Перечень заданий на разработку строительных, электротехнических, санитарно-технических и других разделов проекта, связанных с созданием системы.** Документ содержит наименование всех заданий, их назначение, даты выдачи и сроки выполнения работ.

**Схема структурная комплекса технических средств.** Документ содержит состав комплекса технических средств и связи между этими техническими средствами или группами технических средств, объединенными по каким–либо логическим признакам (например, совместному выполнению отдельных или нескольких функций, одинаковому назначению и т. д.).

При выполнении схем допускается:

- 1) указывать основные характеристики технических средств;
- 2) представлять структуру КТС АС (при необходимости) несколькими схемами, первой из которых является укрупненная схема КТС АС в целом.

**Схема соединения внешних проводок.** На схеме указывают:

- 1) электрические провода и кабели, импульсные, командные, питающие, продувные и дренажные трубопроводы, защитные трубы, короба и металлорукава

(с указанием их номера, типа, длины и, при необходимости, мест подсоединения), прокладываемые вне щитов и кроссовых шкафов;

2) отборные устройства, чувствительные элементы, регулирующие органы и т. п., встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы с указанием номеров их позиций по спецификации оборудования и номеров чертежей их установки;

3) приборы, регуляторы, исполнительные механизмы и т. п., устанавливаемые вне щитов с указанием номеров их позиций по спецификации оборудования и номеров чертежей их установки;

4) щиты и пульты с указанием их наименований и обозначения таблиц соединений, таблиц подключений;

5) устройства защитного заземления щитов, приборов и других электроприемников, выполненные согласно действующей нормативно-технической документации;

б) технические характеристики кабелей, проводов, соединительных и разветвительных коробок, труб, арматур и т. п., предусмотренных данной схемой и необходимое их число;

7) таблицу примененных в схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами.

На схеме допускается указывать другие виды технических средств и давать текстовые пояснения.

**Схема подключения внешних проводок.** На схеме указывают вводные устройства (сборки коммутационных зажимов, штепсельные разъемы и т. п.) щитов, пультов, соединительных коробок и подключаемые к ним кабели и провода, а также другие виды технических средств.

Схему подключений допускается не выполнять, если эти подключения показаны на схеме соединения внешних проводок.

**Таблица соединений и подключений.** В документе приводят электрические и трубные соединения между аппаратами и приборами (монтажными изделиями), установленными в щитах, пультах, установках

агрегатных комплексов и т. п., а также подключения проводок к указанным техническим средствам.

**Схема деления системы (структурная).** В документе указывают основные функциональные составные части (структурные элементы), определяющие состав системы, подсистемы, их взаимосвязи и назначение в системе, подсистеме.

**Чертеж общего вида.** Чертеж общего вида щита (пульта) содержит:

1) компоновку и расположения приборов, аппаратуры, элементов мнемосхем и монтажных изделий, устанавливаемых на фронтальной плоскости щита или рабочей плоскости пульта и на внутренних плоскостях щита или пульта;

2) виды на плоскости (или их участки) щита или пульта в местах ввода электрических и трубных проводок с расположением упрощенного изображения вводных устройств;

3) схему расположения шкафов или панелей в плане (в случае многошкального или многопанельного щита или пульта);

4) перечень щитов (пультов) приборов, аппаратуры, монтажных изделий и материалов, помещенных на чертеже.

На чертеже допускают необходимые текстовые пояснения.

**Чертеж установки технических средств.** Документ отражает решения по установке средств технического обеспечения в объеме, соответствующем требованиям ГОСТ 2.109 к монтажным чертежам.

**Схема принципиальная.** На схеме (электрической, пневматической, гидравлической) приводят:

1) принцип действия;

2) состав, основные технические характеристики и взаимодействие средств технического обеспечения АС, предназначенных для осуществления функций управления, регулирования, защиты, измерения, сигнализации, питания и др.;

3) таблицу примененных на схеме условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами;

4) необходимые текстовые пояснения;

5) места установки приборов и средств автоматизации и подключения к ним электрических и трубных проводок.

**Спецификация оборудования.** Документ "Спецификация оборудования" должен быть составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 21.110.

При использовании в проекте технических средств, для заказа которых требуется заполнение опросных листов, приложение последних к проекту обязательно.

При использовании в проекте технических средств, имеющих ограничения в применении в соответствии с перечнями, утвержденными в установленном порядке, необходимо приложение к проекту копий документов о согласовании поставки этих средств.

**Ведомость потребности в материалах.** Документ «Ведомость потребности в материалах» выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.109.

**Инструкция по эксплуатации КТС.** Документ содержит разделы:

- 1) общие указания;
- 2) меры безопасности;
- 3) порядок работы;
- 4) проверка правильности функционирования;
- 5) указания о действиях в разных режимах.

В разделе «Общие указания» указывают:

- 1) вид оборудования, для которого составлена инструкция;
- 2) наименование функций АС, реализуемых на данном оборудовании;
- 3) регламент и режимы работы оборудования по реализации функций;
- 4) перечень эксплуатационных документов, которыми должен дополнительно руководствоваться персонал при эксплуатации данного оборудования;

В разделе «Меры безопасности» перечисляют правила безопасности, которые необходимо соблюдать во время подготовки оборудования к работе и при его эксплуатации.

В разделе «Порядок работы» указывают:

- 1) состав и квалификацию персонала, допускаемого к эксплуатации оборудования;
- 2) порядок проверки знаний персонала и допуска его к работе;

3) описание работ и последовательность их выполнения,

В разделе «Проверка правильности функционирования» указывают содержание и краткие методики основных проверок работоспособности оборудования и правильности выполнения функций системы.

В разделе «Указания о действиях в разных режимах» перечисляют действия персонала при нормальном режиме работы, аварийном отключении оборудования, предаварийном и аварийном состоянии объекта автоматизации, пусковом и остановочном режимах объекта автоматизации.

**Ведомость оборудования и материалов.** Ведомость должна содержать сведения, необходимые для составления смет на приобретение и монтаж средств технического обеспечения системы, соответствовать утвержденным в установленном порядке требованиям по составлению заказных спецификаций и ведомостей к проектам АС.

### **3.3.4 Требования к содержанию документов с решениями по информационному обеспечению**

**Перечень входных сигналов и данных.** Документ содержит разделы:

- 1) перечень входных сигналов;
- 2) перечень входных данных.

В разделе «Перечень входных сигналов» указывают:

1) для аналогового сигнала – наименование измеряемой величины, единицы измерения, диапазон изменения, требования точности и периодичности измерения, тип сигнала;

2) для дискретного сигнала – наименование, разрядность и периодичность, тип сигнала;

3) для сигнала типа «да-нет» – источник формирования и смысловое значение сигнала.

В разделе «Перечень входных данных» указывают:

1) наименование, кодовое обозначение и значность реквизитов входных данных;

2) наименования и кодовые обозначения документов или сообщений, содержащих эти данные.

**Перечень выходных сигналов (документов).** Документ содержит разделы:

- 1) перечень выходных сигналов;
- 2) перечень выходных документов.

Раздел «Перечень выходных сигналов» содержит перечень выходных сигналов с указанием их наименований, назначения единиц измерения и диапазонов изменения, способа представления, пользователей информации.

Раздел «Перечень выходных документов» содержит перечень выходных документов с указанием их наименований, кодовых обозначений, перечня и значности реквизитов, пользователей информации.

**Описание информационного обеспечения системы.** Документ содержит разделы:

- 1) состав информационного обеспечения;
- 2) организация информационного обеспечения;
- 3) организация сбора и передачи информации;
- 4) построение системы классификации и кодирования;
- 5) организация внутримашинной информационной базы;
- 6) организация внешнемашинной информационной базы.

В разделе «Состав информационного обеспечения» указывают наименование и назначение всех баз данных и наборов данных.

В разделе «Организация информационного обеспечения» приводят:

- 1) принципы организации информационного обеспечения системы;
- 2) обоснование выбора носителей данных и принципы распределения информации по типам носителей;

3) описание принятых видов и методов контроля в маршрутах обработки данных при создании и функционировании внешнемашинной и внутримашинной информационных баз с указанием требований, на соответствие которым проводят контроль;

4) описание решений, обеспечивающих информационную совместимость АС с другими системами управления по источникам, потребителям информации, по сопряжению применяемых классификаторов (при необходимости), по использованию в АС унифицированных систем документации.

В разделе «Организация сбора и передачи информации» приводят:

1) перечень источников и носителей информации с указанием оценки интенсивности и объема потоков информации;

2) описание общих требований к организации сбора, передачи, контроля и корректировки информации.

В разделе «Построение системы классификации и кодирования» приводят:

1) описание принятых для применения в АС классификации объектов во вновь разработанных классификаторах и в тех действующих классификаторах, из которых используется часть кода;

2) методы кодирования объектов классификации во вновь разработанных классификаторах.

В разделе «Организация внутримашинной информационной базы» приводят:

1) описание принципов построения внутримашинной информационной базы, характеристики ее состава и объема;

2) описание структуры внутримашинной информационной базы на уровне баз данных с описанием характера взаимосвязей баз данных и указанием функций АС, при реализации которых используют каждую базу данных, характеристики данных, содержащихся в каждой базе данных.

В разделе «Организация немашинной информационной базы» приводят характеристики состава и объема немашинной информационной базы, принципы ее построения, в том числе основные положения по организации и обслуживанию фонда нормативно-справочной информации во взаимосвязи с автоматизированными функциями.

В приложениях к документу «Описание информационного обеспечения системы» следует приводить справочные и другие дополнительные материалы и

сведения (систематизированный перечень наименований структурных единиц информации с присвоенными им обозначениями и описаниями их сущности).

**Ведомость машинных носителей информации.** Ведомость машинных носителей информации содержит обозначения, наименования документов, выполненных на машинных носителях.

Запись документов осуществляется в порядке возрастания присвоенных обозначений.

**Описание организации информационной базы.** Документ «Описание организации информационной базы» содержит описание логической и физической структуры базы данных.

Документ состоит из двух частей:

- 1) описание внутримашинной информационной базы;
- 2) описание немашинной информационной базы.

Части документа содержат следующие разделы:

- 1) логическая структура;
- 2) физическая структура (для внутримашинной информационной базы);
- 3) организация ведения информационной базы.

В разделе «Логическая структура» приводят описание состава данных, их форматов и взаимосвязей между данными.

В разделе «Физическая структура» приводят описание избранного варианта расположения данных на конкретных машинных носителях.

При описании структуры внутримашинной информационной базы должны быть приведены перечни баз данных и массивов и логические связи между ними. Для массива информации указывают логическую структуру внутри массива или дают ссылку на документ «Описание массива информации».

При описании структуры немашинной информационной базы приводят перечень документов и других информационных сообщений, использование которых предусмотрено в системе, с указанием автоматизируемых функций, при реализации которых формируют или используют данный документ.

Если эта информация приведена в документах «Перечень входных сигналов и данных» и «Перечень выходных сигналов», можно сослаться на эти документы.

В разделе «Организация ведения информационной базы» при описании внутримашинной базы приводят последовательность процедур при создании и обслуживании базы с указанием, при необходимости, регламента выполнения процедур и средств защиты базы от разрушения и несанкционированного доступа, а также с указанием связей между массивами баз данных. и массивами входной информации.

При описании немашинной информационной базы должна быть приведена последовательность процедур по маршруту движения групп документов до передачи их на ВЦ, а также описан маршрут движения выходных документов.

**Описание систем классификации и кодирования.** Документ содержит перечень применяемых в АС зарегистрированных классификаторов всех категорий по каждому классифицируемому объекту, описание метода кодирования, структуры и длины кода, указания о системе классификации и другие сведения по усмотрению разработчика.

**Описание массива информации.** Документ содержит:

- 1) наименование массива;
- 2) обозначение массива;
- 3) наименование носителей информации;
- 4) перечень реквизитов в порядке их следования в записях массива с указанием по каждому реквизиту, обозначения алфавита, длины в знаках и диапазона изменения (при необходимости), логических и семантических связей с другими реквизитами данной записи и другими записями массива;
- 5) оценку объема массива;
- 6) другие характеристики массива (при необходимости).

**Чертеж формы документа (видеокадра).** В документе должно быть приведено изображение формы документа или видеокадра в соответствии с требованиями государственных стандартов унифицированной системы документации Р 50–77 и необходимые пояснения.

**Массив входных данных.** Документ содержит перечень входных данных с указанием их наименований, кодовых обозначений и значности реквизитов, а

также наименований и кодовых обозначений документов или сообщений, содержащих эти данные.

**Каталог базы данных.** Каталог базы данных содержит перечень объектов предметной области АС, информации о которых включена в базу данных.

**Состав выходных данных (сообщений).** Документ содержит перечень выходных данных с указанием их наименований, кодовых обозначений и значности реквизитов, а также наименований и кодовых обозначений документов или сообщений, содержащих эти данные.

**Инструкция по формированию и ведению базы данных (набора данных).** Документ «Инструкция по формированию и ведению базы данных» содержит разделы:

- 1) правила подготовки данных;
- 2) порядок и средства заполнения базы данных;
- 3) процедуры изменения и контроля базы данных;
- 4) порядок и средства восстановления базы данных

В разделе «Правила подготовки данных» приводят порядок отбора информации для включения в базу данных, правила подготовки и кодирования информации, формы ее представления и правила заполнения этих форм, порядок внесения изменений информации.

В разделе «Порядок и средства заполнения базы данных» приводят состав технических средств, правила, порядок, последовательность и описание процедур, используемых при заполнении базы данных, включая перенос данных на машинные носители информации.

В разделе «Процедуры изменения и контроля базы данных» приводят состав и последовательность выполнения процедур по контролю и изменению содержания базы данных.

В разделе «Порядок и средства восстановления базы данных» приводят описание средств защиты базы от разрушения и несанкционированного доступа, а также правила, средства и порядок проведения процедур по копированию и восстановлению базы данных.

### **3.3.5 Требования к содержанию документов с решениями по программному обеспечению**

**1 Описание программного обеспечения.** Документ содержит вводную

часть и разделы:

- 1) структура программного обеспечения;
- 2) функции частей программного обеспечения;
- 3) методы и средства разработки программного обеспечения;
- 4) операционная система;
- 5) средства, расширяющие возможности операционной системы.

Во вводной части приводят основные сведения о техническом, информационном и других видах обеспечения АС, необходимые для разработки программного обеспечения или ссылку на соответствующие документы проекта АС.

В разделе «Структура программного обеспечения» приводят перечень частей программного обеспечения с указанием их взаимосвязей и обоснованием выделения каждой из них.

В разделе «Функции частей программного обеспечения» приводят назначение и описание основных функций для каждой части программного обеспечения.

В разделе «Методы и средства разработки программного обеспечения» приводят перечень методов программирования и средств разработки программного обеспечения АС с указанием частей программного обеспечения, при разработке которых следует использовать соответствующие методы и средства.

В разделе «Операционная система» указывают

- 1) наименование, обозначение и краткую характеристику выбранной операционной системы и ее версии, в рамках которой будут выполнять разрабатываемые программы, с обоснованием выбора и указанием источников, где дано подробное описание выбранной версии;

2) наименование руководства, в соответствии с которым должна осуществляться генерация выбранного варианта операционной системы;

3) требования к варианту генерации выбранной версии операционной системы.

Раздел «Средства, расширяющие возможности операционной системы» содержит подразделы, в которых для каждого используемого средства, расширяющего возможности операционной системы, указывают:

1) наименование, обозначение и краткую характеристику средства с обоснованием необходимости его применения и указанием источника, где дано подробное описание выбранного средства;

2) наименование руководства, в соответствии с которым следует настраивать используемое средство на конкретное применение;

3) требования к настройке используемого средства.

### **3.3.6 Требования к содержанию документов с решениями по математическому обеспечению**

**Описание алгоритма (проектной процедуры).** Документ «Описание алгоритма (проектной процедуры)» в зависимости от специфики АС допускается разрабатывать, как документ «Описание алгоритма» или как документ «Описание проектной процедуры (операции)».

Документ «Описание алгоритма» содержит разделы:

1) назначение и характеристика;

2) используемая информация;

3) результаты решения;

4) математическое описание;

5) алгоритм решения.

В разделе «Назначение и характеристика» приводят:

1) назначение алгоритма (его части);

2) обозначение документа (документов) «Описание постановки задачи», для решения которой он предназначен;

3) обозначение документа «Описание алгоритма», с которым связан данный алгоритм (при необходимости);

4) краткие сведения о процессе (объекте), при управлении которым используют алгоритм, а также воздействия на процесс с точки зрения пользователя, осуществляемые при функционировании алгоритма;

5) ограничения на возможность и условия применения алгоритма и характеристики качества решения (точность, время решения и т.д.);

6) общие требования к входным и выходным данным (форматам, кодам и т. д.), обеспечивающие информационную совместимость решаемых задач в системе.

Примечание. При включении документа в виде раздела в документ «Описание постановки задачи» краткие сведения о процессе (объекте) не приводят.

В разделе «Используемая информация» приводят перечень массивов информации и (или) перечень сигналов, используемых при реализации алгоритма, в том числе:

1) массивы информации, сформированные из входных сообщений (документов плановой, учетной и нормативно–справочной информации, сигналов и т. д.);

2) массивы информации, полученные в результате работы других алгоритмов и сохраняемые для реализации данного алгоритма.

По каждому массиву приводят:

1) наименование, обозначение и максимальное число записей в нем;

2) перечень наименований и обозначений используемых (или неиспользуемых) реквизитов и (или) входных переменных задачи или ссылку на документы, содержащие эти данные.

*Примечания:*

1. Перечень используемых реквизитов приводят в том случае, если для данного массива в проектную документацию не включен документ "Описание массива информации" или число реквизитов в документе "Описание массива информации" меньше числа используемых в алгоритме реквизитов.

2. Перечень неиспользуемых реквизитов приводят, если число используемых реквизитов в документе "Описание массива информации" больше числа неиспользуемых в алгоритме реквизитов.

В разделе «Результаты решения» следует приводить перечень массивов информации и (или) перечень сигналов, формируемых в результате реализации алгоритма, в том числе:

- 1) массивы информации и (или) сигналов, формируемые для выдачи выходных сообщений (документов, видеок кадров, сигналов управления и т. д.);
- 2) массивы информации, сохраняемой для решения данной и других задач АС.

По каждому массиву приводят:

- 1) наименование, обозначение, максимальное число записей;
- 2) перечень наименований и обозначений реквизитов и (или) выходных переменных, используемых для формирования выходных сообщений или ссылку на документы, содержащие эти данные.

В разделе «Математическое описание» приводят:

- 1) математическую модель или экономико-математическое описание процесса (объекта);
- 2) перечень принятых допущений и оценки соответствия принятой модели реальному процессу (объекту) в различных режимах и условиях работы (например, для АСУТП – стационарные режимы, режимы пуска и остановки агрегатов, аварийные ситуации и т. д.);
- 3) сведения о результатах научно–исследовательских работ, если они использованы для разработки алгоритма.

В разделе «Алгоритм решения» следует приводить:

- 1) описание логики алгоритма и способа формирования результатов решения с указанием последовательности этапов счета, расчетных и (или) логических формул, используемых в алгоритме;
- 2) указания о точности вычисления (при необходимости);
- 3) соотношения, необходимые для контроля достоверности вычислений;
- 4) описание связей между частями и операциями алгоритма;

5) указания о порядке расположения значений или строк в выходных документах (например, по возрастанию значений кодов объектов, по группам объектов и т. д.).

Алгоритмом должны быть предусмотрены все ситуации, которые могут возникнуть в процессе решения задачи.

При изложении алгоритма следует использовать условные обозначения реквизитов, сигналов, граф, строк со ссылкой на соответствующие массивы и перечни сигналов.

В расчетных соотношениях (формулах) должны быть использованы обозначения реквизитов, приведенные при описании их состава в других разделах документа.

Алгоритм представляют одним из следующих способов:

- 1) графический (в виде схемы);
- 2) табличный;
- 3) текстовой;
- 4) смешанный (графический или табличный с текстовой частью).

Способ представления алгоритма выбирает разработчик, исходя из сущности описываемого алгоритма и возможности формализации его описания.

Алгоритм в виде схемы выполняют по правилам, установленным ГОСТ 19.002 или ГОСТ 19.005.

Алгоритм в виде таблиц выполняют по правилам, установленным ГОСТ 2.105.

Алгоритм в виде текстового описания выполняют по правилам, установленным ГОСТ 24.301.

Соотношения для контроля вычислений на отдельных этапах выполнения алгоритма приводят в виде равенств и неравенств. При этом указывают контрольные соотношения, которые позволяют выявить ошибки, допущенные в процессе счета, и принять решение о необходимости отклонений от нормального процесса вычислений (продолжении работы по одному из вариантов алгоритма).

7.1.8. Допускается иллюстрационный материал, таблицы или текст вспомогательного характера давать в виде приложения.

7.1.9. При разработке документа «Описание проектной процедуры (операции)» допускается объединять в одном документе описание нескольких проектных процедур (операций).

Документ «Описание проектной процедуры (операции)» содержит введение и разделы:

- 1) описание;
- 2) метод выполнения;
- 3) схема алгоритма;
- 4) требования к разработке программы.

В введении определяют назначение проектной процедуры (операции), область и специфику ее применения.

В разделе «Описание» указывают содержание и (или) формализованное описание выполнения проектной процедуры (операции).

В содержательном описании излагают сущность выполнения проектной процедуры (операции), приводят, при необходимости, чертежи схемы, графики, раскрывающие ее смысл. Указывают обозначение исходных данных и результаты их обработки.

Условные обозначения должны отражать символику, принятую в соответствующей проблемной области. Излагают инженерную сущность технических ограничений, обосновывают выбор критериев оптимальности. При необходимости указывают ссылки на документы, имеющие отношение к выполнению данной проектной процедуры (операции).

Формализованное описание содержит:

- 1) математическую формулировку;
- 2) описание входных, выходных, нормативно–справочных данных;
- 3) список обозначений элементов предметной области с указанием их наименований, единиц измерения, диапазона изменения значений;
- 4) ограничения, определяющие допустимые варианты реализации процедуры (операции);
- 5) критерии оптимальности для процедуры (операции) оптимизации.

В разделе «Метод выполнения» описывают предлагаемый метод выполнения процедуры (операции). При необходимости приводят чертежи, схемы, поясняющие и раскрывающие сущность предлагаемого метода.

Если реализуемая проектная процедура (операция) имеет нетривиальную математическую интерпретацию, то следует дать ей объяснение или указать источники, которые обеспечивают всестороннее понимание метода.

В разделе «Схема алгоритма» приводят схему алгоритма выполнения проектной процедуры (операции). Схему алгоритма выполняют по ГОСТ 19.002, ГОСТ 19.003.

В разделе «Требования к разработке программы» указывают:

- 1) спектр диагностических сообщений при работе с программой;
- 2) требования к контролю данных в процессе выполнения проектной процедуры (операции);
- 3) ограничения, связанные с машинной реализацией;
- 4) требования к контрольному примеру;
- 5) другие данные, необходимые для разработки программы.

## 4 Разработка программной системы

Документирование результатов программирования связано с жизненным циклом программы. Жизненный цикл программы начинается задолго до того, как начнется непосредственное написание программы. Отметим кратко самые важные этапы:

1. Составление договора и технического задания,
2. Проектирование,
3. Написание программы,
4. Отладка,
5. Внедрение.

Рассмотрим некоторые пункты более подробно, которые связаны с программой и программированием. *Проектирование* – это разработка такого описания проектируемой программной системы, которое позволяет ответить на вопросы:

- 1) как система устроена;
- 2) как система функционирует;
- 3) как её построить.

Другими словами, под проектированием системы понимается разработка (получение) такого описания сложной системы, которого достаточно для её изготовления, эксплуатации и изучения.

С точки зрения теории системного анализа [2] система считается заданной (т.е. спроектированной), если определены и описаны её функция и структура (схема).

Другие основные понятия из теории системного анализа: функция системы, структура системы, организация системы, элемент системы.

*Функция системы* – это такое описание системы, из которого ясно, как достигается поставленная перед системой цель. Другими словами, функция системы – это правила получения результатов, вытекающих из назначения системы. Например, назначением процессора является выполнение простейших арифметических и логических операций. Отсюда функция процессора – правила

получения результатов, т.е. правила выполнения арифметических и логических операций. Эти правила задаются путём описания алгоритмов выполнения.

*Структура системы* – это фиксированная совокупность элементов и связей между ними (элементами). Структуру системы принято изображать графически, в виде схемы, состоящей из элементов и связей (стрелок, линий) между элементами. Описание структуры программы явно связано со стилем программирования: процедурным, структурным или объектно-ориентированным. Так, например, структура программы в структурном программировании описывается последовательностью блоков, описывающих циклы и условия. В объектно-ориентированном программировании описание программы – это описание взаимосвязи объектов, наделенных данными и методами и обменивающихся сообщениями.

*Организация* – это способ приведения в порядок элементов, целью которой является получение требуемых функций в системах, состоящих из большого числа элементов. Суть понятия организация заключается в ответе на вопрос: как организовать элементы в единое целое, чтобы получить нужный эффект – заданную функцию. Иначе, как организовать элементы в системе наилучшим, оптимальным образом, для достижения заданного результата.

Различают два типа организации – функциональную и структурную.

*Функциональная организация* – это принципы построения абстрактных систем, то есть систем, заданных только их функциями.

*Структурная организация* – это принципы перевода абстрактных систем в материальные (реальные) системы. Другими словами, это методы, приёмы, правила, с помощью которых осуществляется переход от функции системы к структуре, её реализующей.

Следует отметить, что если переход от функции к системе, а также с одного уровня иерархии на другой, более детальный, подробный (сверху-вниз) формализован, то процесс проектирования осуществляется за один шаг или, как говорят, становится делом техники. В настоящее время существуют формальные языки, такие как UML, при помощи которых возможно построение функций

систем на структурном или объектном уровнях и перевода их в программные языки высокого уровня.

Однако, к сожалению, не для всех систем этот переход можно формализовать. Поэтому применяются эвристические, не формальные методы проектирования, которые не гарантируют получение оптимального решения за один шаг. Таким образом, проектирование сложных систем носит характер инженерной импровизации, творческий характер (это не ремесло!), носит итерационный характер. Результат проектирования существенно зависит от опыта и интуиции разработчика.

*Элемент* – это условное понятие, удобное для описания системы на данном уровне иерархии (детализации). Элемент – неделимая частица лишь на данном уровне иерархии. На других более низких уровнях элемент рассматривается как система, структура которой, в свою очередь, строится на основе более простых элементов и связей между ними.

Процессы разработки (сопровождения и т.д.) технической документации всегда и везде идут плечом к плечу с процессами разработки программных систем.

#### **4.1 Жизненный цикл программного средства**

Разработка программных средств имеет ряд специфических особенностей. Прежде всего, следует отметить некоторое противостояние: *неформальный* характер требований к программной системе (ПС) (постановки задачи) и понятия ошибки в нем, но *формализованный* основной объект разработки – программного средства. Тем самым разработка ПС содержит определенные этапы формализации, а переход от неформального к формальному существенно неформален.

Разработка ПС носит *творческий характер* (на каждом шаге приходится делать какой-либо выбор, принимать какое-либо решение), а не сводится к выполнению какой-либо последовательности регламентированных действий. Тем самым эта разработка ближе к процессу проектирования каких-либо сложных

устройств, но никак не к их массовому производству. Этот творческий характер разработки ПС сохраняется до самого ее конца.

Следует отметить также особенность продукта разработки. Он представляет собой некоторую совокупность текстов (т.е. *статических* объектов), смысл же (семантика) этих текстов выражается процессами обработки данных и действиями пользователей, запускающих эти процессы (т.е. является *динамическим*). Это предопределяет выбор разработчиком ряда специфичных приемов, методов и средств.

Продукт разработки имеет и другую специфическую особенность: ПС при своем использовании (эксплуатации) не расходует и не расходует используемых ресурсов.

Под *жизненным циклом* ПС понимают весь период его разработки и эксплуатации (использования), начиная от момента возникновения замысла ПС и кончая прекращением всех видов его использования. Жизненный цикл охватывает довольно сложный процесс создания и использования ПС

Этот процесс может быть организован по-разному для разных классов ПС и в зависимости от особенностей коллектива разработчиков.

В настоящее время можно выделить пять основных подходов к организации процесса создания и использования ПС.

*Водопадный подход.* При таком подходе разработка ПС состоит из цепочки этапов. На каждом этапе создаются документы, используемые на последующем этапе. В исходном документе фиксируются требования к ПС. В конце этой цепочки создаются программы, включаемые в ПС.

*Исследовательское программирование.* Этот подход предполагает быструю (насколько это возможно) реализацию рабочих версий программ ПС, выполняющих лишь в первом приближении требуемые функции. После экспериментального применения реализованных программ производится их модификация с целью сделать их более полезными для пользователей. Этот процесс повторяется до тех пор, пока ПС не будет достаточно приемлемо для пользователей. Такой подход применялся на ранних этапах развития программирования, когда технологии программирования не придавали большого

значения (использовалась интуитивная технология). В настоящее время этот подход применяется для разработки таких ПС, для которых пользователи не могут точно сформулировать требования (например, для разработки систем искусственного интеллекта).

*Прототипирование.* Этот подход моделирует начальную фазу исследовательского программирования вплоть до создания рабочих версий программ, предназначенных для проведения экспериментов с целью установить требования к ПС. В дальнейшем должна последовать разработка ПС по установленным требованиям в рамках какого-либо другого подхода (например, водопадного).

*Формальные преобразования.* Этот подход включает разработку формальных спецификаций ПС и превращение их в программы путем корректных преобразований. На этом подходе базируется компьютерная технология (CASE-технология) разработки ПС.

*Сборочное программирование.* Этот подход предполагает, что ПС конструируется, главным образом, из компонент, которые уже существуют. Должно быть некоторое хранилище (библиотека) таких компонент, каждая из которых может многократно использоваться в разных ПС. Такие компоненты называются *повторно используемыми*. Процесс разработки ПС при данном подходе состоит скорее из сборки программ из компонент, чем из их программирования.

Обычно, на практике, рассматривается водопадный подход с некоторыми модификациями. Во-первых, потому, что в этом подходе приходится иметь дело с большинством процессов программной инженерии, а, во-вторых, потому, что в рамках этого подхода создается большинство больших программных систем. Именно этот подход рассматривается в качестве индустриального подхода разработки программного обеспечения.

Исследовательское программирование исходит из взгляда на программирование как на искусство. Оно применяется тогда, когда водопадный подход не применим из-за того, что не удастся точно сформулировать требования к ПС. Прототипирование рассматривается как вспомогательный подход,

используемый в рамках других подходов, в основном, для прояснения требований к ПС. Компьютерной технологии (включая обсуждение жизненного цикла ПС, созданного по этой технологии) будет посвящена отдельная лекция. Сборочное программирование мы в нашем курсе рассматривать не будем, хотя о повторно используемых программных модулях мы говорить будем, обсуждая свойства программных модулей.

В рамках водопадного подхода различают следующие стадии жизненного цикла ПС:

1. разработку ПС;
2. производство программных изделий (ПИ) и эксплуатацию ПС.

Стадия *разработки* ПС состоит из этапа его внешнего описания, этапа конструирования ПС, этапа кодирования (программирование в узком смысле) ПС и этапа аттестации ПС. Всем этим этапам сопутствуют процессы документирования и управления ПС. Этапы конструирования и кодирования часто перекрываются, иногда довольно сильно. Это означает, что кодирование некоторых частей программного средства может быть начато до завершения этапа конструирования.

Этап *внешнего описания* ПС включает процессы, приводящие к созданию некоторого документа, который мы будем называть *внешним описанием ПС*. Этот документ является описанием поведения ПС с точки зрения внешнего по отношению к нему наблюдателя с фиксацией требований относительно его качества. Внешнее описание ПС начинается с анализа и определения требований к ПС со стороны пользователей (заказчика), а также включает процессы спецификации этих требований.

*Конструирование* ПС охватывает процессы: разработку архитектуры ПС, разработку структур программ ПС и их детальную спецификацию.

*Кодирование* ПС включает процессы создания текстов программ на языках программирования, их отладку с частичным тестированием ПС.

На этапе *аттестации* ПС производится оценка качества ПС. Если эта оценка оказывается приемлемой для практического использования ПС, то разработка ПС считается законченной. Это обычно оформляется в виде

некоторого документа, фиксирующего решение комиссии, проводящей аттестацию ПС.

*Программное изделие* – экземпляр или копия разработанного ПС.

*Изготовление* ПИ – это процесс генерации и/или воспроизведения (снятия копии) программ и программных документов ПС с целью их поставки пользователю для применения по назначению.

*Производство* ПИ – это совокупность работ по обеспечению изготовления требуемого количества ПИ в установленные сроки. Стадия производства ПИ в жизненном цикле ПС является, по существу, вырожденной (не существенной), так как представляет рутинную работу, которая может быть выполнена автоматически и без ошибок. Этим она принципиально отличается от стадии производства различной техники. В связи с этим в литературе эту стадию, как правило, не включают в жизненный цикл ПС.

Стадия *эксплуатации* ПС охватывает процессы хранения, внедрения и сопровождения ПС, а также транспортировки и применения ПИ по своему назначению. Она состоит из двух параллельно проходящих фаз: фазы применения ПС и фазы сопровождения ПС.

*Применение* ПС – это использование ПС для решения практических задач на компьютере путем выполнения ее программ.

*Сопровождение* ПС – это процесс сбора информации о качестве ПС в эксплуатации, устранения обнаруженных в нем ошибок, его доработки и модификации, а также извещения пользователей о внесенных в него изменениях.

## **4.2 Техническая документация**

В состав технической документации входят:

- техническая документация на автоматизированные системы;
- техническая документация на изделия, реализующие автоматизированные системы;
- техническая документация на программные изделия – программная документация.

Следует отметить, что разработка технической документации на автоматизированные системы в современных условиях неумолимо влечет за собой разработку технической документации на изделия и программные изделия, за исключением готовых продуктов сторонних фирм.

С другой стороны, все, что производится в современных условиях, проявляет все больше и больше признаков автоматизированных систем. Любая программа на стадии разработки является программной системой, например тот же Word. После установки, программа Word начинает автоматически выполнять некоторые функции, проверка орфографии, распознавать тексты и др. функции, т.е. становится полноценной автоматизированной системой.

Техническая документация опирается на знание всевозможных стандартов. Опираясь на стандарты, можно отметить, что жизненный цикл технической документации включает в себя, как минимум:

- процесс разработки технической документации;
- процесс публикации технической документации как на бумажных носителях, так и в электронном виде;
- процессы учета и хранения технической документации;
- процессы модификации, отслеживания изменений технической документации – сопровождения;
- процесс обмена технической документацией между подразделениями компании;
- процесс передачи технической документации Заказчику (конечному пользователю).

В настоящее время основополагающим документом при создании автоматизированных систем (АС), изделий и программных систем (ПС) является Техническое задание (на создание АС – ГОСТ 34.602–89). Техническое задание останется основополагающим документом и в обозримом будущем. Неважно, как будет называться этот документ – все равно это будет Техническое задание.

В ряде подразделов Технического задания приводится перечень нормативно-технической документации (НТД), на основании которой создается система.

Любая НТД, приведенная в указанном разделе согласованного и утвержденного Технического задания, обретает силу Закона, как для Заказчика, так и для Исполнителя.

В целом для создания любого вида ПС перечень НТД должен включать в себя:

- ГОСТ 34.601–90, регламентирующий стадии (и этапы) создания ПС – описание процессов в их хронологическом порядке;
- ГОСТ 34.201.89, регламентирующий виды, комплектность и обозначения (наименования) документов, разрабатываемых на стадиях и этапах проведения работ по созданию ПС;
- ГОСТ 34.689–90, регламентирующий требования к содержанию документов на ПС;
- ряд документов ГОСТ–2 (ЕСКД), регламентирующих требования к содержанию и оформлению документов на изделия, входящие в состав ПС;
- ГОСТ 2.601–95, регламентирующий требования к эксплуатационной документации на изделия, входящие в состав ПС;
- ряд документов ГОСТ–19 (ЕСГ1Д), регламентирующих требования к содержанию и оформлению документов на программные средства, входящие в состав ПС;
- ОСТы по качеству технической документации;
- ГОСТы (технические регламенты) предметной области.

### **4.3 Разработка документации**

Пожалуй, самым неприятным и тяжелым этапом программистской работы является создание программной документации. Тем не менее, владение этим искусством является зачастую одним из важнейших факторов, определяющим качество программиста.

Во-первых, умение создавать программную документацию определяет профессиональный уровень программиста. Заказчик не будет вникать в тонкости и особенности даже самой замечательной программы. Заказчик будет сначала изучать документацию на автоматизированную или программную систему.

Большую роль играет в этом и психологический фактор. Так, например, созданный в «классическом» стиле пакет программной документации (далее – ПД) создаст у заказчика или работодателя самое благоприятное впечатление и наоборот, составленный без правил документ (в котором будут фразы типа: «кликните на иконку...», «винт» и т.п.) отпугнет заказчика.

Грамотно составленный пакет программной документации избавит вас от многих неприятностей. В частности, избавиться от назойливых вопросов или необоснованных претензий можно просто отослав заказчика или пользователя к документации. Это касается, прежде всего, важнейшего документа – Технического задания. Об этом мы будем говорить далее по тексту.

Хотелось бы отметить, что надо создать первый пакет ПД. И этого будет достаточно, чтобы на его основе создавать все последующие, используя его как образец или шаблон. Поэтому именно первый документ надо сделать очень качественно.

Для начала необходимо вооружиться ГОСТами. ГОСТ определяет все. В частности, в него входит и интересующая нас Единая система программной документации (ЕСПД). Пожалуй, самое сложное это достать сам ГОСТ. ГОСТ должен быть только в печатном оригинальном виде. Продаются они (по крайней мере, так было раньше) в специальных магазинах. В частности, для приобретения стандартов в области документирования можно обращаться в следующие организации:

- ИПК "Издательство стандартов", 17961, Москва, ул. Донская, д. 8, тел. 236–50–34, 237–00–02,
- факс/тел. 236–34–48 (в части ГОСТ и ГОСТ Р).
- ВНИИКИ Госстандарта России, 103001, Москва, Гранатный пер. д. 4, тел. 290–50–94 (в части

- международных, зарубежных стандартов и других НТД).
- ЦНТИ, г. Томск, пр.Фрунзе, 115/3.

Конечно же, можно использовать литературные источники при создании документации (описание предметной области, функций системы, элементов), однако ГОСТ – это закон.

Начнем с общих положений о Единой системе программной документации (ЕСПД). Единая система программной документации – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила разработки, оформления и обращения программ и программной документации.

Стандарты ЕСПД определяют общие положения и основополагающие стандарты, правила выполнения документации разработки, правила выполнения документации изготовления, правила выполнения документации сопровождения, правила выполнения эксплуатационной документации, правила обращения программной документации и прочие стандарты. В состав ЕСПД входят:

- основополагающие и организационно-методические стандарты;
- стандарты, определяющие формы и содержание программных документов, применяемых при обработке данных;
- стандарты, обеспечивающие автоматизацию разработки программных документов.

Вообще перечень документов ЕСПД очень обширен. В него, в частности, входят следующие ГОСТы:

- ГОСТ 19.001-77 ЕСПД. Общие положения.
- ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов (переиздан в ноябре 1987 г. с изменениями).
- ГОСТ 19.102-77 ЕСПД. Стадии разработки.
- ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.
- ГОСТ 19.104-78 ЕСПД. Основные надписи.
- ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам.
- ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.

- ГОСТ 19.201-78 ЕСПД. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.202-78 ЕСПД. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.301-79 ЕСПД. Программа и методика испытаний.
- ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.
- ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.501-78 ЕСПД. Формуляр. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.503-79 ЕСПД. Руководство системного программиста. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.504-79 ЕСПД. Руководство программиста.
- ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора.
- ГОСТ 19.506-79 ЕСПД. Описание языка.
- ГОСТ 19.508-79 ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию. Требования к содержанию и оформлению.
- ГОСТ 19.604-78 ЕСПД. Правила внесения изменений в программные документы, выполняемые печатным способом.
- ГОСТ 19.701-90 ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.
- ГОСТ 19.781-90. Обеспечение систем обработки информации программное.

Как видно, основная часть комплекса ЕСПД была разработана в 70-е и 80-е годы. Частично эти стандарты морально устарели, к тому же они не лишены некоторых недостатков. Во-первых, в них не отражены некоторые современные тенденции оформления программ и программной документации, во-вторых, в этих стандартах наличествует многократное дублирование фрагментов

программной документации. Тем не менее, за неимением лучшего ориентироваться приходится именно на них.

Итак, стандарты ЕСПД упорядочивают процесс документирования программных систем. Однако, во-первых, предусмотренный стандартами ЕСПД состав программных документов вовсе не такой «жесткий», как может показаться: стандарты позволяют вносить в комплект документации на программной системы дополнительные виды, а, во-вторых, исходя из *требований заказчика*, допустимы некоторые изменения, как в структуре, так и в содержании установленных видов ПД. Более того, можно отметить, что стандарты ЕСПД (а это относится и ко всем другим стандартам в области ПС – ГОСТ 34, Международному стандарту ISO/IEC, и др.) носят рекомендательный характер. Дело в том, что в соответствии с Законом РФ «О стандартизации» эти стандарты становятся обязательными на контрактной основе – т.е. при ссылке на них в договоре на разработку (поставку) ПС.

Прежде, чем приступить к рассмотрению правил составления программной документации, необходимо сделать следующее замечание. Каждый документ желательно предварять некоторым введением. Во введении говорятся общие слова. Об актуальности, о необходимости и т.п. Цель Исполнителя здесь – показать значимость и необходимость выполнения этой работы. Начало обычно стандартное: *«Существующие в настоящее время многочисленные системы ..... открывают реальные перспективы в...» и т.п.* Сюда же обычно вставляются отрывки из известных книг, статей, выступлений различных известных деятелей (это – сугубо психологический аспект) В общем, главное здесь не переборщить, но дать яркое описание темы разработки и перспектив ее применения.

Описывая свой продукт, нельзя путать понятия компонента и комплекса. Это – разные виды программ. Компонент определяется как «программа, рассматриваемая как единое целое, выполняющая законченную функцию и применяемая самостоятельно или в составе комплекса», а комплекс – это «программа, состоящая из двух или более компонентов и (или) комплексов, выполняющих взаимосвязанные функции, и применяемая самостоятельно или в составе другого комплекса».

## **4.4 Техническое задание**

Согласно ГОСТ 19.201-78, (переизданный в ноябре 1987 г.) устанавливается порядок построения и оформления технического задания на разработку программы или программного изделия для вычислительных машин, комплексов и систем независимо от их назначения и области применения. Отметим, что техническое задание разрабатывается на основе договора (заключенного заранее или подготовляемого) на производство данного вида ПС.

Надо быть предельно внимательным и осторожным, создавая его, т.к. зачастую умело (и грамотно) составленное ТЗ определяет успех всей работы. Именно ТЗ согласовывается с Заказчиком, который обычно стремится внести как можно больше противоречивых и завышенных требований. Задача же Исполнителя – наоборот, облегчить себе жизнь. Но после того, как подписи с обеих сторон поставлены, переигрывать что-либо поздно.

### **4.4.1 Общие положения**

Техническое задание оформляют на листах формата А4 и/или А3, как правило, без заполнения полей листа. Номера листов (страниц) проставляют в верхней части листа над текстом.

Для внесения изменений и дополнений в техническое задание на последующих стадиях разработки программы или программного изделия выпускают дополнение к нему. Согласование и утверждение дополнения к техническому заданию проводят в том же порядке, который установлен для технического задания.

Техническое задание должно содержать следующие разделы:

наименование и область применения;

основание для разработки;

назначение разработки;

технические требования к программе или программному изделию;

техничко-экономические показатели;

стадии и этапы разработки;

порядок контроля и приемки;  
приложения.

В зависимости от особенностей программы или программного изделия допускается уточнять содержание разделов, вводить новые разделы или объединять отдельные из них.

#### **4.4.2 Содержание разделов**

В разделе «Наименование и область применения» указывают наименование, краткую характеристику области применения программы или программного изделия и объекта, в котором используют программу или программное изделие.

В разделе «Основание для разработки» должны быть указаны:  
документ (документы), на основании которых ведется разработка;  
организация, утвердившая этот документ, и дата его утверждения;  
наименование и (или) условное обозначение темы разработки.

Применительно к специфике учебного процесса основанием может служить задание на проектирование в рамках группового проекта, которое утверждается приказом по университету.

В разделе «Назначение разработки» должно быть указано функциональное и эксплуатационное назначение программы или программного изделия. Самое главное – необходимо кратко, при помощи одной-двух фраз, четко определить, для чего нужна эта программа.

Например: *Программа представляет собой основу автоматизированного рабочего места, позволяющая пользователю решать задачи анализа сложных (и/или простых) моделей.*

Раздел «Технические требования к программе или программному изделию» должен содержать следующие подразделы:

- требования к функциональным характеристикам;
- требования к надежности;
- условия эксплуатации;
- требования к составу и параметрам технических средств;

- требования к информационной и программной совместимости;
- требования к маркировке и упаковке;
- требования к транспортированию и хранению;
- специальные требования.

Иными словами, здесь начинается конкретика. Описывается то, что должна делать программа и как она должна выглядеть. Кратко рассмотрим эти требования.

**Требования к функциональным характеристикам.** Здесь должны быть указаны требования к составу выполняемых функций, организации входных и выходных данных, временным характеристикам и т.п.

Например: *Программа должна позволять ... вычислять ... строить... создавать ...Исходные данные: текстовый файл с заданной ...Выходные данные: графическая и текстовая информация –результаты анализа системы...; текстовые файлы – отчеты о ... диагностика состояния системы и сообщения о всех возникших ошибках.*

**Требования к надежности.** Должны быть указаны требования к обеспечению надежного функционирования (обеспечение устойчивого функционирования, контроль входной и выходной информации и т.п.).

Например: *Программа должна работать с заданной матрицей (плохо–обусловленной) в соответствии с алгоритмом функционирования, выдавать сообщения об ошибках при неверно заданных исходных данных , поддерживать диалоговый режим в рамках предоставляемых пользователю возможностей.*

**Условия эксплуатации.** Должны быть указаны условия эксплуатации (температура окружающего воздуха, относительная влажность и т.п. для выбранных типов носителей данных), при которых должны обеспечиваться заданные характеристики, а также вид обслуживания, необходимое количество и квалификация персонала.

С этим пунктом сложностей обычно не возникает. К сожалению, пункт о профессиональности пользователя Заказчиком подразумевается обязательно. Это, конечно, лишний повод придираться к вашей программе. Впрочем, здесь можно

ограничиться фразами вида *"Условия эксплуатации программы совпадают с условиями эксплуатации ПЭВМ IBM PC и совместимых с ними ПК"*, *"Программа должна быть рассчитана на непрофессионального пользователя."* и т.п.

**Требования к составу и параметрам технических средств.** Указывают необходимый состав технических средств с указанием их технических характеристик.

Здесь главное – ничего не забыть и все предусмотреть, с одной стороны, а с другой не переборщить с повышенными требованиями, иначе Заказчик найдет более покладистого Исполнителя.

Например: *Необходимо наличие IBM PC с графическим адаптером не хуже VGA. Необходимое дисковое пространство – не менее 5 Гб, объем свободной оперативной памяти – не менее 100 Мб. Желательно наличие драйвера и ручного манипулятора типа «мышь».*

**Требования к информационной и программной совместимости.** Особенности те же, что и в предыдущем пункте. Здесь должны быть указаны требования к информационным структурам на входе и выходе и методам решения, исходным кодам, языкам программирования. При необходимости должна обеспечиваться защита информации и программ.

Например: *Программа должна работать автономно под управлением ОС MS Windows–2000, XP. Базовый язык программирования – C++ или Object Pascal.*

**Требования к маркировке и упаковке** и требования к транспортированию и хранению являются применимыми при промышленном выпуске программного обеспечения или программ сопровождающих устройства. В общем случае здесь указывают требования к маркировке программного изделия, варианты и способы упаковки. А в требованиях к транспортированию и хранению должны быть указаны для программного изделия условия транспортирования, места хранения, условия хранения, условия складирования, сроки хранения в различных условиях.

**Специальные требования** – это ответственная для исполнителя тема. Их лучше, по возможности, избегать. И заявить об этом сразу.

Например: *Специальных требований к временным характеристикам программы не предъявляется. Специальных требований к объему хранимой информации программой не предъявляется.*

**Технико-экономические показатели.** Этот самый сложный для программиста пункт. Он нужен, прежде всего, тогда, когда вашей целью является обоснование огромной эффективности и важности выполняемой работы. На Заказчика этот пункт действует, обычно, очень хорошо. По крайней мере, это лучшее обоснование сроков и денежных сумм разработки.

В этом разделе должны быть указаны: ориентировочная экономическая эффективность, предполагаемая годовая потребность (например: *предполагаемое число обращений к комплексу в целом в год – 365 сеансов работы*), экономические преимущества разработки по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными образцами или аналогами.

Помимо этого, желательно привести определение как сметной стоимости разработки программы, так и определение трудоемкости программирования (зависит от объема программистской работы, используемых баз данных, и др.).

Стадии и этапы разработки (об этом подробнее будет сказано ниже) устанавливают необходимые стадии разработки, этапы и содержание работ (перечень программных документов, которые должны быть разработаны, согласованы и утверждены), а также, как правило, сроки разработки и определяют исполнителей.

Здесь описываются стандартные этапы. Главное – грамотно определиться со сроками. По возможности, старайтесь равномерно распределить этапы по срокам (и суммам). Помните, что не все проекты доживают до последней стадии. А отчеты должны быть по каждому этапу. Помните также, что больше всего времени займет рабочий проект. Если вы не успеете сделать в срок документацию, то Заказчик имеет полное право вообще не принять работу со всеми вытекающими последствиями.

Основными и непременно стадиями и этапами являются само техническое задание, эскизный проект, технический и рабочий проекты.

*Эскизный проект.* На этой стадии детально разрабатываются структуры входных и выходных данных, определяется форма их представления. Разрабатывается общее описание алгоритма, сам алгоритм, структура программы. Разрабатываются план мероприятий по разработке и внедрению программы.

*Технический проект.* Содержит разработанный алгоритм решения задачи а также методы контроля исходной информации. Здесь же разрабатываются средства обработки ошибок и выдачи диагностических сообщений, определяются формы представления исходных данных и конфигурация технических средств.

*Рабочий проект.* На этой стадии осуществляется программирование и отладка программы, разработка программных документов, программы и методики испытаний. Подготавливаются контрольно-отладочные примеры. Окончательно оформляются документация и графический материал. Обычно указывается, что в ходе разработки программы должна быть подготовлена следующая документация:

1. текст программы;
2. описание программы;
3. программа и методика испытаний;
4. описание применения;
5. руководство пользователя.

Это – стандартные требования. Если Заказчик соглашается с тем, что можно представить не весь этот список, то это означает несерьезность его намерений в отношении вас и вашего продукта.

Графического материала может и не быть. Особенно тогда, когда вы не собираетесь докладывать о результатах своей работы. Но для серьезных проектов этот пункт обязателен.

Например: *В ходе разработки программы должен быть подготовлен следующий графический материал:*

*техничко-экономические показатели;*

*структура программы;*

*формат представления входных данных программы;*

*общая схема алгоритма);*

*основные вычислительные алгоритмы;*

*пример работы программы.*

В разделе «Порядок контроля и приемки» должны быть указаны виды испытаний и общие требования к приемке работы. Если возможно, то в этом пункте укажите, что «контроль и приемка разработки осуществляются на предоставляемой Заказчиком технике», иначе вас могут обязать принести технику с собой.

Например: *Контроль и приемка разработки осуществляются на основе испытаний контрольно–отладочных примеров. При этом проверяется выполнение всех функций программы.*

В «Приложениях» к техническому заданию, при необходимости, приводят:

- перечень научно-исследовательских и других работ, обосновывающих разработку;
- схемы алгоритмов, таблицы, описания, обоснования, расчеты и другие документы, которые могут быть использованы при разработке;
- другие источники разработки.

#### **4.5 Стадии разработки программной системы**

ГОСТ 19.102-77 устанавливает стадии разработки программ, программной документации, а также этапы и содержание работ (таблица 4.1):

Таблица 4.1 - Стадии и содержание работа по разработке программ, программной документации

Стадии разработки	Этапы работ	Содержание работ
Техническое задание	Обоснование необходимости разработки программы	Постановка задачи. Сбор исходных материалов. Выбор и обоснование критериев эффективности и качества разрабатываемой программы. Обоснование необходимости проведения научно-исследовательских работ.
	Научно-исследовательские работы	Определение структуры входных и выходных данных. Предварительный выбор методов решения задач. Обоснование целесообразности применения ранее разработанных программ. Определение требований к техническим средствам. Обоснование принципиальной возможности решения поставленной задачи.
	Разработка и утверждение технического задания	Определение требований к программе. Разработка технико-экономического обоснования разработки программы. Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на нее. Выбор языков программирования. Определение необходимости проведения научно-исследовательских работ на последующих стадиях. Согласование и утверждение технического задания.
Эскизный проект	Разработка эскизного проекта	Предварительная разработка структуры входных и выходных данных. Уточнение методов решения задачи. Разработка общего описания алгоритма решения задачи. Разработка технико-экономического обоснования.
	Утверждение эскизного проекта	Разработка пояснительной записки. Согласование и утверждение эскизного проекта
Технический проект	Разработка технического проекта	Уточнение структуры входных и выходных данных. Разработка алгоритма решения задачи. Определение формы
		представления входных и выходных данных. Определение семантики и синтаксиса языка. Разработка структуры программы. Окончательное определение конфигурации технических средств.
	Утверждение технического проекта	Разработка плана мероприятий по разработке и внедрению программ. Разработка пояснительной записки. Согласование и утверждение технического проекта.

## Окончание таблицы 4.1

Стадии разработки	Этапы работ	Содержание работ
Рабочий проект	Разработка программы	Программирование и отладка программы
	Разработка программной документации	Разработка программных документов в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101–77.
	Испытания программы	Разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний. Проведение предварительных государственных, межведомственных, приемосдаточных и других видов испытаний. Корректировка программы и программной документации по результатам испытаний.
Внедрение	Подготовка и передача программы	Подготовка и передача программы и программной документации для сопровождения и (или) изготовления. Оформление и утверждение акта о передаче программы на сопровождение и (или) изготовление. Передача программы в фонд алгоритмов и программ.

*Примечания:*

1. Допускается исключать вторую стадию разработки, а в технически обоснованных случаях – вторую и третью стадии. Необходимость проведения этих стадий указывается в техническом задании.

2. Допускается объединять, исключать этапы работ и (или) их содержание, а также вводить другие этапы работ по согласованию с заказчиком.

**4.6 Описание программы**

ГОСТ 19.402-78 ориентирован на документирование результирующего продукта разработки.

На самом деле «Описание программы» в своей содержательной части может дополняться разделами и пунктами, взятыми и из стандартов для других описательных документов и руководств: *ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка, ГОСТ 19.503-79 ЕСПД. Руководство системного программиста, ГОСТ 19.504-79 ЕСПД. Руководство программиста, ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора* и т.п. В частности, из Пояснительной записки можно взять схему алгоритма, общее описание алгоритма и (или) функционирования

программы, а также обоснование принятых технических и технико-экономических решений.

Описание программы обязательно должно включать информационную часть – аннотацию и содержание.

Основная часть документа должна состоять из вводной части и следующих разделов:

- функциональное назначение,
- описание логики,
- условия применения,
- состав и функции.

В зависимости от особенностей программы допускается введение дополнительных разделов.

В «Вводной части» документа приводится информация общего характера о программе – полное наименование, обозначение, ее возможные применения и т.п.

Например: *Программа «Автоматизации процесса обнаружения утечек» предназначена для ... реализована на .... Программа поддерживает ...*

В разделе «Назначение» указывают назначение программы и приводят общее описание функционирования программы, ее основные характеристики, сведения об ограничениях, накладываемых на область применения программы, а также указывают типы электронных вычислительных машин и устройств, которые используются при работе.

Например: *Программа предназначена для решения задач ... Программа представляет собой ядро ... Пользователь имеет возможность ..., осуществить ..., запустить .... проанализировать ..., получить результаты анализа и обработки ..., построить ... и т.п.*

В разделе «Описание логики» указывают:

1) описание структуры программы и ее основных частей (например: В состав программы входит следующее:

- пользовательский интерфейс,
- модуль определения путей в графе,

- модуль расчета передаточной функции,
- модуль построения амплитудных и фазовых характеристик,
- модуль построения реакции на полиномиальное воздействие,
- текстовый редактор).

2) описание функций составных частей и связей между ними;

Например. *Программа состоит из шести модулей; интерфейсный модуль; модуль определения...; модуль расчета ...; модуль ...и т.п.. Интерфейсный модуль построен на двух типах диалогов: диалог «вопрос-ответ» и диалог типа «меню». Интерфейсный модуль управляет ... Модуль определения ... Он является ... Модуль расчета ...и т.д.*

3) сведения о языке программирования;

Например; *Программа написана на языке ...с использованием компилятора ...*

4) описание входных и выходных данных для каждой из составных частей;

Например: *ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ. Входными данными для программы является текстовый файл, описывающий расширенную матрицу инцидентий графа исследуемой системы.*

*ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.* Выходными данными являются:

- выводимая на экран графическая и текстовая информация (результаты анализа системы);
- файлы в одном из графических форматов – копии изображения построенных характеристик (ФЧХ, ФЧХ и т.д.);
- текстовые файлы – отчеты о проведенных исследованиях;
- диагностика состояния системы и сообщения о всех возникших ошибках.

4) описание логики составных частей (при необходимости следует составлять описание схем программ).

При описании логики программы необходима привязка к тексту программы.

В разделе «Состав и функции» указывают описание состава и функции программ, применяемых методов решения задач.

В разделе «Условия применения» указываются условия, необходимые для выполнения программы (требования к необходимым для данной программы техническим средствам, и другим программам, общие характеристики входной и выходной информации, а также требования и условия организационного, технического и технологического характера и т.п.).

Например: *Программа эксплуатируется на персональном компьютере с частотой процессора не ниже 2 ГГц. Для работы в диалоговом режиме используется экран дисплея, клавиатура и ручной манипулятор типа «мышь». Входные данные хранятся на флоппи– и/или жестком дисках. Программа работает под управлением ОС ...*

В приложение к описанию могут быть включены справочные материалы (иллюстрации, таблицы, графики, примеры и т.п.). Указывается имя загрузочного модуля, а также описание всей процедуры, вызова и загрузки системы. Например: *Загрузка программы осуществляется набором в командной строке DOS имени – загрузочного модуля PROG\_NAME.EXE.*

#### **4.7 Текст программы**

По ГОСТу 19.401-78 требования к оформлению текста программы достаточно просты и естественны для грамотного программиста. Основное, чем требуется руководствоваться при создании этого документа – это то, что текст программы должен быть удобочитаемым.

По-прежнему обязательным является составление информационной части – аннотации и содержания.

Основная часть документа должна состоять из текстов одного или нескольких разделов, которым даны наименования.

Текст каждого программно файла начинается с «шапки», в которой указывается:

- наименование программы,
- автор,
- дата создания программы,

- номер версии,
- дата последней модификации.

Обязательными являются комментарии, а также строгое соблюдение правил отступа. Помните, оправдать можно даже неумение создавать программную документацию, но некрасивый текст программы – никогда. Ссылки на то, что «этот текст понятен самому автору» всерьез не воспринимаются. Тексты программ должно быть не стыдно давать читать другим людям.

#### **4.8 Программа и методика испытаний**

В ГОСТ 19.301-79 содержится описание того, что и как необходимо сделать, дабы убедиться (и убедить Заказчика) в правильности работы программы. Фактически, этот документ является определяющим для приемо-сдаточных испытаний. Грамотно составленная программа и методика испытаний – это залог подписания акта сдачи-приемки, т.е. того, во имя чего вы потратили столько сил и времени.

Формально этот ГОСТ используется для разработки документов планирования и проведения испытательных работ по оценке готовности и качества программной системы. Документ содержит описание объекта и цели испытаний, требования к программе и к программной документации, средства и порядок испытаний, а также описание тестовых примеров.

Составные части этого документа проще и нагляднее описывать сразу в виде примеров.

**Объект испытаний.** Пример: *Объектом испытаний является программа ..., предназначенная для ...*

**Цель испытаний.** Пример: *Проверка надежности функционирования программы.*

**Требования к программе** Пример: *Функционирование программы не должно приводить к сбою (фатальному нарушению работы системы). Организация диалога должна предусматривать защиту от ввода некорректных*

данных. Программа должна выдавать диагностику состояния системы и сообщения о любых возникших ошибках ... и т.п.

**Требования к программной документации.** Пример: *Состав программной документации, предъявляемой на испытании:*

- описание программы (ГОСТ 19.402-78);
- программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79);
- текст программы (ГОСТ 19.401-78).

**Средства и порядок испытаний.** Пример: *Программа работает в соответствии с условиями эксплуатации ОС Windows XP. Для работы необходима также расширенная клавиатура. Порядок проведения испытаний:*

- Запуск программы осуществляется ....
- Выбирается ...
- Нажимается ...
- Последовательно выбираются ...

**Тестовые примеры.** Пример: *Для проведения испытаний предлагаются \_\_\_\_\_, описание которых содержится в файлах \_\_\_\_\_. Содержимое тестовых файлов и результаты работы программы приведены в Приложении А.*

#### **4.9 Руководство пользователя**

Разработка любой программы, даже маленькой, должна сопровождаться написанием файла описания этой программы. Написание такого файла необходимо для применения вашей программы в других программах, через некоторое время и может быть другими людьми. Дело в том, что по прошествии некоторого времени после написания данной программы, все особенности подготовки и написания программы исчезают в голове разработчика. И самому разработчику и тем более, стороннему человеку, уже трудно воспользоваться результатами работы. Для устранения такой неопределенности (временной и понятийной) в применении программных единиц, необходимо писать HELP или/и руководство (инструкцию) пользователя (оператора).

Здесь следует разделить понятия руководство оператора (user manual) и контекстно-зависимая оперативная справочная система (online help). В строгом смысле руководство оператора – это один из программных документов ГОСТ 19, а именно документ под грифом ГОСТ 19.505-79. Этот документ обязательно представляется заказчику на стадии опытной эксплуатации и, в окончательном варианте, при вводе программы в эксплуатацию. В ГОСТ 19 руководство оператора – это отдельный документ, полностью описывающий способы работы с системой. Руководство может быть представлено заказчику в виде твердой и/или электронной копии. Имея перед собой руководство оператора, пользователь программы сможет воспользоваться любыми предусмотренными программой функциональными возможностями.

У контекстно-зависимой справочной системы та же цель, что и у руководства оператора, но пользоваться оперативной справкой гораздо удобнее. Оперативная справка связана с функционированием самой программы и вызывается пользователем на любом этапе или в любом контексте работы. Обычно оперативная пользовательская справка вызывается с помощью клавиши клавиатуры F1, и снабжена специальными средствами поиска информации по ключевым словам. За руководством пользователя всегда нужно куда-то идти, этого файла или брошюры никогда нет под рукой в нужный момент, а контекстная справка тут как тут, только нажми F1. Тем не менее, оба вида пользовательской документации должны прилагаться к программе и взаимно дополнять друг друга. Руководство оператора обычно содержит больше информации и подходит для вдумчивого предварительного ознакомления с программным обеспечением.

Многие разработчики считают, что справочная система для их продуктов совершенно не нужна. Это и не удивительно, так как автор досконально знает свою программу, и она кажется ему абсолютно простой для понимания и освоения. Между тем документация – это одно из основных отличий программы «для себя» от серьезного продукта, который можно успешно внедрять в практику или продавать на рынке. С помощью справки, будущие пользователи могут быстро найти ответы на возникающие у них вопросы по работе с программой, что

произведет на них благоприятное впечатление и поможет сделать выбор в пользу приобретения именно этого программного продукта. Также, хорошо составленная справочная система избавит разработчика от необходимости отвечать на одни и те же вопросы пользователей.

Программа с меньшим набором функциональных возможностей, но с хорошим руководством пользователя (оператора), будет выглядеть более выигрышно по сравнению с функциональной программой–монстром с неполной или небрежно составленной пользовательской документацией.

Прежде чем писать документацию, нужно определить ее будущую структуру, т.е. из каких разделов она будет состоять. На выбор структуры справочной системы программы влияют два фактора. Во-первых, разработчик пишет не просто описание программы, а систему помощи, которую пользователи будут читать чаще всего при возникновении каких-либо проблем при работе программой, а не от праздного любопытства (хотя именно с чтения справочной системы и должно начинаться изучение программы или программной системы). Во-вторых, автор программы разрабатывает ее не «для себя», а для сторонних пользователей.

Для решения первой задачи, т. е. помощи пользователям в преодолении различных проблем с освоением и работой с программой, следует включить, в документацию раздел «Введение» (Introduction), в котором рассказать о назначении программы, а также гораздо более объемный раздел «Описание» (Description), в котором дать описание меню, диалоговых окон и прочих элементов программы.

При составлении текста справочных систем применяются два подхода:

1. Сокращенный – когда описывается кратко предметная область, для которой программа предназначена и назначение основных элементов интерфейса (кнопки, бегунки и др.),

2. Полный – когда детально приводится описание предметной области в целом, выделение области действия программы, интерфейсные функции и математические преобразования.

Кроме того, нужно создать в Справке раздел *Техническая поддержка (Technical Support)*, где указать адрес e-mail, по которому пользователи могут задать свои вопросы, а также привести ссылки на источники дополнительной информации о программе, если они имеются: форум на Web-сайте, список ответов на часто задаваемые вопросы (FAQ) и т. п.

Для отражения в документации принадлежности программы следует создать раздел *Регистрация (Registration)*, где завести подразделы, в которых рассказать о цене программы, дать ссылки на Web-сайты компаний-регистраторов, указать преимущества статуса зарегистрированного пользователя (например, бесплатные обновления, отсутствие ограничений функциональности программы) и другую информацию по этой теме.

При написании текста важно помнить, что справочная система, которую вы пишете, предназначается не для специалистов, а для пользователей, и поэтому писать нужно на простом и понятном языке. Не надо замахиваться на труд энциклопедических объемов: давайте краткую, но при этом точную информацию, с помощью которой пользователи могут получить ответы на свои вопросы.

Желательно, чтобы справочная система была разработана на двух языках. Это необходимо для того, чтобы заинтересовать, по возможности, иностранного пользователя. Для российских программистов, составляющих справочную систему, большая проблема – английский язык. Одно дело меню и небольшие информационные сообщения в интерфейсе программы, здесь больших сложностей нет. Поэтому для написания документации требуется более глубокое знание языка. Грамматические и орфографические ошибки очень сильно портят впечатление обо всем продукте, поэтому качественный английский язык документации – одно из самых главных требований к серьезному продукту.

Самый простой вариант, на котором останавливается большинство авторов, – это перевод текста на английский язык знакомым или нанятым за плату переводчиком. Один из вариантов решения задачи: разместить в Интернете объявление с предложением для пользователей из Великобритании или США проверить имеющийся у вас перевод документации и обмен на бесплатную регистрацию копии вашей программы. Человек, для которого английский язык

является родным, сможет наиболее эффективно довести качество перевода до хорошего уровня.

При разработке справочной системы ни в коем случае не используйте текст других программ, без ссылки на эти программные системы. Это обычное нарушение авторских прав, иными словами – плагиат. Рано или поздно это все равно раскроется, восстановить потерянную репутацию в глазах пользователей будет очень трудно.

Далее кратко о видах документации.

#### **4.9.1 Контекстная справка**

Пользователи обычно не любят запускать справочную систему из меню Help (Справка), т. к. в этом случае приходится самостоятельно искать нужный раздел Справки.

Зато они вполне готовы нажать клавишу <F1> в каком-либо диалоговом окне или воспользоваться кнопкой с вопросом, чтобы получить пояснение именно по текущей ситуации.

Разработка контекстной системы помощи – это вопрос, затрагивающий и тему построения интерфейсов. Есть, например, даже такой принцип: «Предлагайте помощь». Для того чтобы пользователь программы при работе с ней чувствовал себя человеком и видел, что автор хочет сделать, его работу наиболее простой и понятной, нужно позаботиться о том, чтобы программа всегда могла бы пояснить пользователю порядок действий и текущий момент.

Конечно, не нужно предлагать помощь также навязчиво, как известный помощник из Microsoft Office, созданный для придания программе большей интеллектуальности и, так сказать, человечности. Лучше сосредоточить свои усилия в другом направлении. Например, все диалоговые окна программы должны содержать кнопку Help (Справка). Это касается не только диалогов, в которых непосредственно осуществляется и ввод данных (например, окон Настройка), но и информационных диалогов, например, диагностических или сообщений об ошибках.

Так как при появлении на экране диалога у пользователя чаще всего появляется вопрос «Почему?», то вполне стандартным приемом является дополнение текста диалога подсказкой: «For help, press F1» (Для справки, нажмите F1). Использование такого предложения помощи полезно не только в диалогах, но и в обычных окнах, где оно выводится в строку состояния сразу после старта программы. И даже если пользователю в настоящий момент справка не нужна, такое ненавязчивое предложение помощи как бы сигнализирует, что программа, в случае необходимости, может дать пояснения.

Нужно помнить, что контекстная помощь – это не только разделы в файле Справки, которые вызываются из соответствующих частей программы. К контекстной помощи также относятся подсказки, появляющиеся в строке состояния, когда пользователь ведет мышью по пунктам меню. Не нужно забывать и про всплывающие подсказки к кнопкам на панелях инструментов и секциям строки состояния.

#### **4.9.2 Текстовый файл**

Документация может быть выполнена в виде обычного текстового файла – например, `readme.txt`. Однако для серьезной программы один текстовый файл – явно недостаточно. В крайнем случае, `readme.txt` может быть временной заменой справочной системы на этапе, когда программа существует в виде бета-версии. У готового же к продажам продукта документация должна быть оформлена в одном из форматов, специально предназначенных для справочной системы.

В то же время файл `readme.txt` тоже должен входить в дистрибутив программы, служа важным дополнением «основной» документации. `Readme.txt` обычно содержит краткую информацию о продукте: номер версии, дата выпуска, имя разработчика, адрес домашней страницы, важные заметки о текущем выпуске (новые возможности, необходимость установки каких-либо компонентов и т. п.). Особенности, из-за которых формат ASCII не подходит для создания полноценных справочных систем – отсутствие возможностей для удобной навигации по страницам и поиска, – здесь являются достоинством. Благодаря им,

пользователь может быстро получить доступ к важной информации, не путаясь в многочисленных страницах традиционной справочной системы.

### 4.9.3 WinHelp

WinHelp – настоящий долгожитель среди форматов справочных систем. Программа winhelp.exe, обеспечивавшая работу HLP-файлов, входила в состав еще шестнадцатиразрядных версий Windows. Несмотря на свой почтенный возраст, WinHelp – довольно эффективный формат для организации документации: он позволяет хранить в HLP-файлах форматированный текст (включая таблицы, списки и тому подобные элементы), графику, видео, анимацию, звук, проводить поиск, индексировать справочный файл для более эффективного поиска.

У WinHelp очень мало недостатков. Один из самых серьезных – невозможность печати всего справочного файла целиком, в результате чего приходится посылать на принтер каждый раздел отдельно. Другой минус – то, что каждый экземпляр справочной системы может состоять из пяти файлов: не слишком изящный способ организации документации.

Таблица 4.2 - Файлы справочной системы в формате WinHelp

Тип файла	Назначение
<b>HLP</b>	Основной текст справочной системы
<b>CNT</b>	Оглавление справочной системы
<b>QID</b>	Конфигурационный файл
<b>FTS</b>	Полнотекстовый индекс
<b>FTQ</b>	Группы для полнотекстового индекса

В целом формат WinHelp достаточно удобен и универсален, и поэтому, несмотря на появление нового формата – HTML Help, активно продвигаемого

Microsoft, WinHelp по–прежнему очень популярен среди разработчиков справочных систем.

#### **4.9.4 HTML Help**

HTML Help – новый формат файлов для документации, разработанный Microsoft как замена «старичку» WinHelp. Первой операционной системой, в которую был включен HTML Help, стала Windows 98.

HTML Help отражает новую политику Microsoft: во-первых, полная интеграция приложений с Интернетом, во-вторых, использование HTML как основного формата файлов: в процессе подготовки справочной системы разработчик должен сохранять текст в формате HTML, а для просмотра получившегося после компиляции CHM-файла требуется, чтобы на компьютере пользователя был установлен Интернет-браузер Microsoft Internet Explorer 3.02 или выше. Впрочем, некоторые специалисты восприняли появление HTML Help скептически: разработка нового формата, по их мнению, была обусловлена не заботой о пользователях, а желанием Microsoft добиться перелома в так называемой «войне браузеров» и добиться преимущества над основным конкурентом своего Internet Explorer – Netscape Navigator (в то время большая часть рынка Интернет-браузеров принадлежала «Навигатору»).

В HTML Help устранены недостатки предшественника: можно распечатать не только текущий раздел, но и все его подразделы: вся справочная система находится не в пяти, а всего одном файле с расширением CHM. Правда, исчезла полнотекстовая индексация файла, и возможности поиска в Справке несколько снизились.

#### **4.9.5 PDF**

PDF – очень популярный формат пользовательской документации. Фактически PDF является стандартом для печатных документов. Одно из основных достоинств – открытость стандарта и возможность отображения практически во всех существующих операционных системах в отличие, например, от CHM (Html Help). PDF продвигается фирмой Adobe System Inc.. Самым

распространенным инструментом для чтения PDF является Adobe Acrobat Reader. Для создания PDF есть масса инструментального ПО. Например, Robohelp 6 фирмы Adobe или AuthorIT Enterprise от AuthorIT Enterprise. Также есть свободно распространяемые инструменты: Ghostscript, pdfTeX и др.

#### **4.9.6 JavaDoc**

Специальный инструмент для создания справки в формате HTML для описания Java API – больше подходит для описания прикладного программного интерфейса, иерархии классов, методов и т.д., нежели чем для создания пользовательской документации готовых программ. Тем не менее, для своей области это очень удобный инструмент, минимизирующий усилия разработчика по созданию развернутой справки к исходному коду.

#### **4.10 Средства создания документации Html Help и Win Help**

Для создания справочных файлов в формате WinHelp можно использовать Microsoft Word, а также бесплатный компилятор Html Help Workshop, который можно скачать с сайта Microsoft или взять из дистрибутивов многих средств разработки приложений (Visual C++, Visual Basic, Delphi) или специализированных продуктов для создания справочных файлов. Для подготовки Справки в формате HTML Help требуется любая программа для редактирования HTML (от Блокнота до Frontpage 2000) и, опять же, компилятор.

Однако разрабатывать справочные системы традиционными средствами не очень удобно. В частности, в этом случае не так уж легко отслеживать структуру готовящегося файла Справки и синхронизировать ее с RTF и HTML-файлами. Кроме того, при написании WinHelp-документации в редакторе Microsoft Word нужно запоминать различные спецсимволы и стили выделения текста, которыми описывается структура и форматирование файла Справки. А это, надо сказать, посложнее, чем синтаксис HTML.

Конечно, продуктов независимых разработчиков, которые существенно облегчают задачу создания справочных систем, существует очень много, от самых простых до целых интегрированных сред разработки. Самые простые не

представляют большого интереса. Из свободно распространяемых инструментов для создания Html Help и WinHelp особого внимания заслуживает достаточно развитая система HelpMaker (<http://www.vizacc.com/>). К моменту написания данного пособия существовала частично русифицированная версия HelpMaker 7.2.19.0.

Предлагаем также обратить внимание на коммерческие продукты, которые позволяют очень эффективно решать задачу создания справочных систем. Продуктов в этой группе также немало. Самые известные из них – AnetHelp Tool (<http://www.anetsoft.com>), Help & Manual (<http://www.ec-software.com>), Windows Help Designer (<http://www.winhelp.gr>), HelpMagician Pro ([www.helpmagician.com](http://www.helpmagician.com)), RoboHelp Office (<http://www.bluesky.com>).

Интерфейс всех этих программ организован примерно одинаково. Слева находится окно, в котором в древовидной форме отображается структура файла справки; справа – окно WYSIWYG-редактора в стиле Microsoft Word.

С помощью окна слева можно легко переходить от одного раздела справки к другому, создавать новые разделы, переименовывать и удалять их. Встроенный редактор обычно обеспечивает все необходимые функции по обработке содержания справочной системы: добавление перекрестных ссылок, форматирование текста и абзацев, вставку таблиц и списков, добавление специальных символов и командных кнопок, вставку изображений, звуков, анимации и других объектов. Конечно, обязательны функции поиска/замены текста, проверки орфографии (английской), импорта и экспорта файлов различных форматов (TEXT, RTF, HTML). Также эти программы умеют сохранять проекты как в форматах WinHelp, так и HTML Help, так что проблема выбора формата Справки стоит не так остро. Многие продукты имеют функции анализа проектов различных систем программирования (Visual C++, Delphi, Visual Basic) и автоматической генерации разделов Справки ко всем диалоговым окнам, пунктам меню и элементам управления, а также исходного кода на соответствующем языке программирования для вызова этих разделов.

Полный, или почти полный, список инструментов (коммерческих и свободно-распространяемых) для создания пользовательской справки в формате Html Help представлен на веб-узле <http://www.mshelpwiki.com/>. Также очень

удобен в использовании веб-узла <http://hat-matrix.com>, на котором можно подыскать соответствующий инструмент для создания help по списку определенных возможностей: контекстная зависимость, автоматическое связывание тем., программная платформа Windows/Mac/Unix/Linux и др.

#### ***Дополнительная литература к разделу 4***

1. Орлов С.Л. Технологии разработки программного обеспечения: учебник. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
2. Системный анализ и принятие решений. Словарь-справочник. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
3. Основы UML. – М.: Символ–Плюс, 2005. – 415 с.

## **5 Особенности разработки конструкторской документации РЭА в соответствии с ЕСКД**

Как известно, разработка любого сколько-нибудь серьезного изделия начинается и заканчивается выпуском конструкторской документации (КД). При проектировании изделия решаются задачи не только грамотного оформления КД, но и, собственно говоря, разработки конструкции изделия, выполнения определенных расчетов – механических, тепловых, электромагнитной совместимости и т. п.

В разделе даются сведения по использованию действующих стандартов при разработке радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Как известно, основой грамотного оформления конструкторской документации в России и СНГ является ЕСКД – единая система конструкторской документации, основные положения которой (действующая в настоящее время редакция) определены ГОСТ 2.001-93, введенным с 1 января 1995 года. Этот стандарт устанавливает назначение, область распространения, классификацию и правила обозначения межгосударственных стандартов, входящих в комплекс стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), а также порядок их внедрения.

ЕСКД определяется как комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия. Следует заметить, что конструкторская документация является товаром, и на нее распространяются все нормативно-правовые акты, как на товарную продукцию. Основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

Установленные в стандартах ЕСКД нормы и правила распространяются на документацию, разработанную предприятиями и предпринимателями стран СНГ, в том числе научно-техническими, инженерными обществами и другими общественными объединениями.

Виды конструкторских документов определяются ГОСТ 2.102-68. К конструкторским документам относят графические и текстовые документы,

которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные (техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и рабочие (рабочая документация). Документы, предназначенные для разового использования в производстве, например, документы макетов, стендов для лабораторных испытаний и им подобные, допускается выполнять в виде эскизных конструкторских документов.

Основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав. За основные конструкторские документы принимают для деталей – чертеж детали, а для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию.

Полный комплект конструкторских документов изделия составляют в общем случае из основного комплекта конструкторских документов на данное изделие и основных комплектов конструкторских документов на все составные части данного изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

В основной комплект конструкторских документов изделия могут входить также групповые конструкторские документы, если эти документы распространяются и на данное изделие, например, групповые технические условия.

Рассмотрим пример построения полного комплекта конструкторских документов комплекса (см. рис. 5.1).

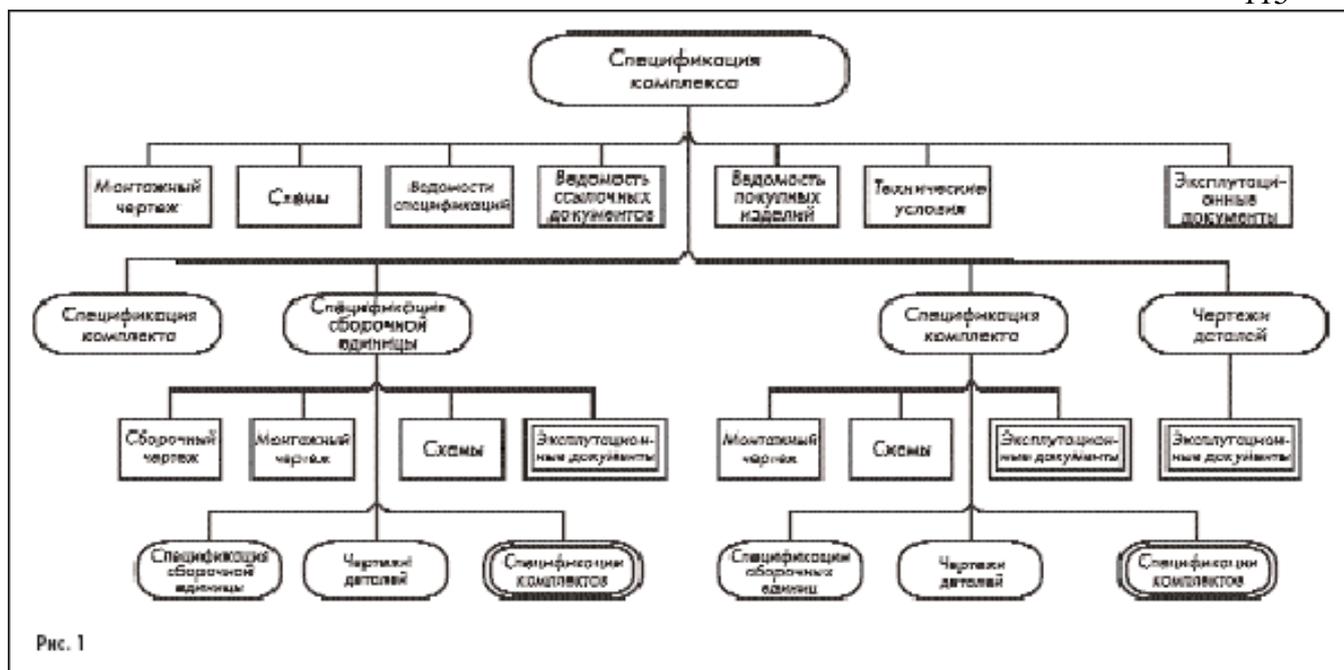


Рисунок 5.1 – Диаграмма полного комплекта КД

На рисунке основной конструкторский документ изделия показан в овале. Документы основного комплекта показаны в прямоугольниках. Документы, обведенные в двойные рамки, предусматриваются только для изделий, предназначенных для самостоятельной поставки. Число ступеней входимости для комплексов, сборочных единиц и комплектов, а также число входящих комплектов сборочных единиц, комплектов и деталей не ограничиваются.

Правила оформления текстовых документов определяет ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», этот стандарт устанавливает общие требования к выполнению текстовых документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства.

Текстовые документы выполняют на формах, установленных соответствующими стандартами ЕСКД. Требования, специфические для некоторых видов текстовых документов, приведены в соответствующих стандартах. При выполнении текстовых документов на ЭВМ (а по-другому сейчас представить сложно) следует помнить о применении печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (в соответствии с ГОСТ 2.004) и магнитных носителей данных (в соответствии с ГОСТ 28388).

Копии текстовых документов выполняют одним из следующих способов:

- типографским – в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изданиям, изготовляемым типографским способом;
- ксерокопированием – при этом рекомендуется размножать способом двустороннего копирования;
- светокопированием;
- микрофильмированием;
- на магнитных носителях данных.

Теперь совершенно очевидной становится необходимость использования современной техники на производстве – дабы удовлетворить требованиям ГОСТ. Заинтересованный читатель может показать своему руководству ГОСТ, где четко прописано ксерокопирование как способ изготовления копий, и требовать приобретения соответствующей техники.

Некоторые особенности использования средств вычислительной техники и САПР при оформлении КД определяются в ГОСТ 2.004-88 «Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ». Этот стандарт распространяется на конструкторские документы изделий всех отраслей промышленности, технологические документы изделий машиностроительной и приборостроительной промышленности и устанавливает требования к выполнению конструкторских, технологических и проектных на бумажных носителях, получаемых с использованием устройств вывода ЭВМ. К сожалению, многие положения этого стандарта устарели – но во многом он позволяет облегчить жизнь разработчика при выполнении оформительских работ.

В документе, полученном при помощи устройств вывода ЭВМ, допускается часть информации (текст, таблицы, рисунки, чертежи) выполнять рукописным, машинописным и типографским способами, а также любым сочетанием этих способов.

Форматы документов, получаемых на графических устройствах, должны соответствовать размерам, установленным ГОСТ 2.301.

Допускается применять дополнительные форматы, образуемые увеличением сторон основных форматов соответственно на значение, кратное размеру высоты и ширины формата.

Размеры информационного поля документа определяются типом печатающего устройства с максимальным использованием поля формата. При этом края информационного поля по высоте должны отстоять от линии насечки на бумажной ленте на расстоянии не менее одного межстрочного интервала, а по ширине – не менее 20 мм от левого края формата. В документах, получаемых на графических устройствах, следует применять линии в соответствии с ГОСТ 2.303 с учетом требования толщины сплошных тонкой и волнистой, штриховой и штрих-пунктирной линий – от  $S/3$  до  $S/2$ .

Текстовые документы следует выполнять на одной стороне бумажного носителя через два или один интервал. Допускается выполнять перенос слов без соблюдения грамматических правил.

При использовании ЭВМ допускается при выполнении чертежей и схем технические требования, таблицы и другую текстовую информацию помещать на отдельных листах формата А3 и А4, которые нумеруются как первые и последующие листы чертежа или схемы.

Масштабы изображений на чертежах, выполняемых на графических устройствах, следует выбирать из ряда по ГОСТ 2.302. Допускается применять масштабы уменьшения  $1:n$  и увеличения  $n:1$ , где  $n$  – рациональное число.

Рассмотрим особенности выполнения схем.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на структурные, функциональные, принципиальные (полные), соединений (монтажные), подключения, общие, расположения, объединенные. Схема структурная – схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Схемы структурные разрабатывают при проектировании изделий на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими для общего ознакомления с изделием.

Схема функциональная – схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом.

Схемами функциональными пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте.

Схема принципиальная (полная) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия. Схемами принципиальными пользуются для изучения принципов работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте. Они служат основанием для разработки других конструкторских документов, например схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схема соединений (монтажная) – схема, показывающая соединения составных частей изделия (установки) и определяющая провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т. п.). Схемами соединений (монтажными) пользуются при разработке других конструкторских документов, в первую очередь, чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии, а также для осуществления присоединений и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий.

Схема подключения – схема, показывающая внешние подключения изделия. Схемами подключения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации.

Схема общая – схема, определяющая составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Схемами общими пользуются при ознакомлении с комплексами, а также при их контроле и эксплуатации. Схему общую на сборочную единицу допускается разрабатывать при необходимости.

Схема расположения – схема, определяющая относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости, также жгутов, проводов, кабелей и т. п. Схемами расположения пользуются при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте изделий.

Схема объединенная – схема, когда на одном конструкторском документе выполняют схемы двух или нескольких типов, выпущенных на одно изделие.

Номера действующих ГОСТов, определяющих правила выполнения схем, приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Действующие ГОСТы для оформления схем

Номер ГОСТа	Название
ГОСТ 2.701	Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
ГОСТ 2.702	Правила выполнения электрических схем
ГОСТ 2.705	Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками
ГОСТ 2.708	Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
ГОСТ 2.709	Система обозначения цепей в электрических схемах
ГОСТ 2.710	Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают несколько схем соответствующих видов одного типа, например, схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная или одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов. На схеме одного вида допускается изображать элементы схем другого вида, непосредственно влияющие на работу схемы этого вида, а также элементы и устройства, не входящие в изделие, на которое составляют схему, но необходимые для разъяснения принципов работы изделия. Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрих-пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимые данные.

Схему деления изделия на составные части (схему деления) выпускают для определения состава изделия (а также ответственности разработчиков этих составных частей).

Наименование и код схем определяют их видом и типом. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы. Виды схем обозначают буквами, а типы схем – цифрами. Например, схема электрическая принципиальная ЭЗ; схема деления структурная – Е1; схема электрогидравлическая принципиальная – СЗ; схема электрическая соединений и подключения ЭО.

К схемам или взамен схем выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, содержащие сведения о соединениях, местах подключения и другую информацию. Таким документам присваивают код, состоящий из буквы Т и кода соответствующей схемы. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений – ТЭ4.

Номенклатура схем на изделие определяется в зависимости от его особенностей. Количество типов схем на изделие должно быть минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. Между схемами одного комплекта конструкторских документов на изделие должна быть установлена однозначная связь, которая обеспечила бы возможность быстрого отыскания одних и тех же элементов, связей или соединений на всех схемах данного комплекта.

Электрические схемы (обозначаются Э) подразделяются на схемы электрические принципиальные (ЭЗ), схемы электрические структурные (Э1), схемы электрические функциональные (Э2), схемы электрические соединений (Э4), схемы электрические подключения (Э5) и схемы электрические общие (Э6). Кроме того, в редких случаях используют схемы электрические объединенные (Э0), на которых совмещаются различные типы схем одного вида, например схемы электрические подключений и соединений. Общие правила выполнения схем устанавливают ГОСТ 2.701-84 и ГОСТ 2.702-75.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное расположение составных частей (например, компонентов на плате) не учитывается или учитывается лишь приближенно. Электрические элементы и устройства на схеме изображают в состоянии, соответствующем обесточенному (например, нормально замкнутые или нормально разомкнутые контакты реле). Элементы, которые приводятся в действие путем механических перемещений (выключатели, кнопки и т. п.), изображаются на схемах в нулевом или отключенном положении. В противном случае требуется поместить текстовое примечание в поле схемы.

Форматы листов выбираются в соответствии с ГОСТ 2.301-68 и ГОСТ 2.004-79. При выборе форматов схемы следует учитывать объем и сложность схемы, условия ее хранения и обращения, возможность внесения изменений, особенности периферийного оборудования для вывода схем на бумажный носитель.

Наиболее удобно использовать струйные плоттеры фирмы Hewlett Packard, однако в ряде случаев хорошим выходом из положения является струйный принтер формата А3 той же фирмы Hewlett Packard или Epson. В этом случае можно либо пойти по пути склеивания схемы большого формата (А2 и А1) из нескольких листов, либо, что во многих случаях предпочтительнее, выполнять многолистовую схему. Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, при этом не уменьшая наглядности представления и удобства пользования.

При выполнении многолистовой схемы рекомендуется на каждом из листов выполнять вполне законченную функциональную цепь (например схему аналогового тракта, схему узла цифровой обработки, узла питания), а не произвольно разбивать схему на листы без какой либо функциональной связи.

Линии на схемах всех типов выполняются в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Толщина линии выбирается в пределах от 0,2 до 1 мм и выдерживается постоянной во всем комплекте схем на изделие. Как условные графические обозначения, так и линии соединений выполняются линиями одинаковой толщины. Как правило, утолщенными линиями изображают общие шины (жгуты). Тип линии зависит от изображаемого объекта. Так, электрические связи, условные графические обозначения элементов и т. п. изображаются сплошными линиями.

Электрические и магнитные экраны, механические связи (например, якорь и контакты реле) изображаются штриховыми линиями. Условные границы устройств, функциональных групп обозначаются штрих-пунктирной линией. Допускается выделять утолщенной линией отдельные электрические цепи, например силовые.

На электрической схеме любого типа изображают элементы и устройства (либо в виде условных графических обозначений, либо в виде прямоугольников), линии взаимосвязи, буквенно-цифровые обозначения, таблицы, текстовую информацию (например о питании интегральных микросхем) и помещают основную надпись.

Условные графические обозначения (УГО) элементов выполняются в соответствии с ЕСКД. Номера соответствующих ГОСТов приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – ГОСТы для условного обозначения элементов

ГОСТ 2.711	Схема деления изделия на составные части
ГОСТ 2.721	Обозначения общего применения
ГОСТ 2.722	Машины электрические
ГОСТ 2.723	Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.
ГОСТ 2.725	Устройства коммутирующие
ГОСТ 2.726	Токосъемники
ГОСТ 2.727	Разрядники, предохранители
ГОСТ 2.728	Резисторы, конденсаторы
ГОСТ 2.729	Приборы измерительные
ГОСТ 2.730	Приборы полупроводниковые
ГОСТ 2.731	Приборы электровакуумные
ГОСТ 2.732	Источники света
ГОСТ 2.733	Обозначения условные детекторов ионизирующих излучений в схемах
ГОСТ 2.734	Линии сверхвысокой частоты и их элементы
ГОСТ 2.735	Антенны
ГОСТ 2.736	Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные. Линии задержки.

При выполнении схемы устанавливается просвет между соседними линиями УГО не менее 1 мм, между отдельными УГО не менее 2 мм, между соседними линиями связи (цепями) не менее 3 мм. Очевидно, что линии соединений должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков, в виде исключения для некоторых схем (мультивибраторы, триггеры и т. д.) допускается выполнение линий связи под углом 45°. Линии должны иметь минимальное количество изломов и взаимных пересечений.

Для уменьшения количества линий и повышения читаемости и наглядности схемы рекомендуется использовать слияние линий в групповые линии связи

(шины, жгуты). При этом каждая линия в месте слияния должна быть помечена порядковым номером. Очень часто вместо порядкового номера используют обозначения, например D0, D1, RESET, CS и т.д. В большинстве случаев нормоконтроль воспринимает подобное обозначение. Линии групповой связи выполняются утолщенными. Подходящие линии могут быть изображены либо под прямым углом, либо с изломом под углом 45° к групповой линии. В частности последний вариант используется в PCAD 2001.

При разработке современной аппаратуры часто приходится сталкиваться с ситуацией, когда схема электрическая принципиальная не может быть размещена на одном листе даже большого формата (A1). В этом случае приходится прибегать к построению многолистовой схемы.

Современные САПР позволяют в этом случае применять так называемых иерархических структур. Это необходимо, если в схеме встречаются несколько одинаковых электронных узлов (модулей). Тогда представляется разумным выполнять схему с использованием иерархических модулей.

В этом случае удастся сэкономить на количестве листов и, соответственно, объеме файла. Кроме того, модульная организация позволяет уменьшить количество ошибок за счет меньшего числа связей и большей наглядности схемы. При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах следует при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдать сквозную нумерацию в пределах изделия, выпускать общий перечень элементов.

При выполнении схем применяют условные графические обозначения, установленные в стандартах ЕСКД, а также построенные на их основе, прямоугольники, упрощенные внешние очертания, в том числе аксонометрические. При необходимости применяют нестандартизованные условные графические обозначения. При применении нестандартизованных условных графических обозначений и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения. Разумное использование таких приемов позволяет во многом повысить наглядность схемы.

Условные графические обозначения, для которых установлено несколько допустимых альтернативных вариантов выполнения, различающихся

геометрической формой или степенью детализации, следует применять, исходя из вида и типа разрабатываемой схемы в зависимости от информации, которую необходимо передать на схеме графическими средствами. При этом на всех схемах одного типа, входящих в комплект документации, должен быть применен один выбранный вариант обозначения. Особенно часто ошибаются в изображении УГО транзисторов и диодов на принципиальных электрических схемах. Это тот самый случай, когда «лучше меньше, да лучше».

Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный  $90^\circ$ , если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается условные графические обозначения поворачивать на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображать зеркально повернутыми. Делать это следует только в необходимых случаях – например, изображение дифференциального каскада, мостового выпрямителя и т.п. Если при повороте или зеркальном изображении условных графических обозначений может нарушиться смысл или удобочитаемость обозначения, то такие обозначения должны быть изображены в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах. Условные графические обозначения, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол  $90$  или  $45^\circ$ .

Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий – от 0,3 до 0,4 мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Этим очень часто грешат начинающие пользователи САПР, следует стараться разумно использовать линии групповой связи. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линии связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Линии связи, переходящие с одного листа или одного документа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы без стрелок. Рядом с обрывом линии связи должно быть указано обозначение или

наименование, присвоенное этой линии, или обозначение документа, при выполнении схем самостоятельными документами, на которые переходит линия связи. Линии связи должны быть показаны, как правило, полностью. Линии связи в пределах одного листа, если они затрудняют чтение схемы, допускается обрывать. Обрывы линий связи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места обозначений прерванных линий, например, подключения, и необходимые характеристики цепей, например, полярность, потенциал и т. п. Элементы, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь обозначения в соответствии со стандартами на правила выполнения конкретных видов схем. Обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые. Обозначения элементов, специфических для определенных отраслей техники, должны выполняться в соответствии с отраслевыми стандартами.

Каждой схеме соответствует перечень элементов, который помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов удобно создавать средствами редактора типа Microsoft Word и сохранять в виде соответствующего шаблона. Безусловно, имеет смысл написать утилит, позволяющих перевести данные из САПР типа P-CAD, OrCAD и т. п. в соответствующий ГОСТ формат.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень, например, код перечня элементов к электрической принципиальной схеме – ПЭЗ. Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен. Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около

графических обозначений, по возможности справа или сверху, либо на свободном поле схемы. Обычно показывают диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т. п. Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или условными обозначениями. Содержание текста должно быть кратким и точным. В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены рядом с графическими обозначениями; внутри графических обозначений, над линиями связи, в разрыве линий связи; рядом с концами линий связи; на свободном поле схемы. Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий. При большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация данных.

На поле схемы над основной надписью допускается помещать необходимые технические указания, например, требования о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов, кабелей, величины минимально допустимых расстояний между проводами, жгутами, жгутами и кабелями, данные о специфичности прокладки и защиты проводов, жгутов, кабелей.

Одним из животрепещущих вопросов при разработке изделия является правильность оформления документации на печатные платы, особенно с учетом современного уровня технологии проектирования и изготовления. Довольно новый ГОСТ 2.123-93 «Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании» введен в действие с 1 января 1995 года взамен ГОСТ 2.123-83. Этот стандарт устанавливает комплектность конструкторских документов (КД) на односторонние (ОПП), двусторонние (ДПП) и многослойные (МПП) печатные платы, а также требования по их выполнению при автоматизированном проектировании и изготовлении.

Документы на носителях, включаемые в комплект конструкторских документов на ПП, предназначены для получения конструкторских документов в

традиционной форме, механической обработки, контроля ПП и изготовителя фотошаблона, а также передачи информации о результатах проектирования в систему автоматизированного изготовления ПП. В каждом конкретном случае состав конструкторских документов, передаваемых для изготовления ПП, определяется разработчиком совместно с изготовителем в соответствии с комплектностью, установленной ГОСТ 2.123. По согласованию с предприятием-изготовителем допускается изготовление ПП производить по аттестованным документам на носителях данных. Номенклатура конструкторских документов на ПП, выполненных базовым способом, приведена в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Номенклатура конструкторских документов на печатные платы

Код документа	Наименование документа	Основное содержание документа	Указания по выполнению документа	
			ОПП и ДПП	МПП
–	Чертеж детали (заготовки)	Изображение ПП, материалы, габаритные размеры отверстий и т. д.	Выполняется на каждый типоразмер согласно ГОСТ 2.106	Может оформляться по правилам ГОСТ 2.109 для деталей, на которые не выпущены чертежи
			При оформлении чертежа детали базовым способом чертеж заготовки не выполняется	
–	Чертеж детали (прокладки)	Изображение прокладки, материал, габаритные размеры	Не выполняется	Может оформляться по правилам ГОСТ 2.106, ГОСТ 2.109 для деталей, на которые не выпущены чертежи
–	Базовый чертеж детали	Постоянные данные для всех исполнений типоразмера	Выполняется на каждый типоразмер для ОПП и ДПП	Выполняется на печатную плату как составную часть МПП
–	Чертеж исполнения детали	Переменные данные, относящиеся к конкретному исполнению	Для ДПП выполняется на каждое исполнение проводящего слоя	Выполняется на каждое исполнение проводящего слоя печатной платы
СБ	Базовый сборочный чертеж	Постоянные данные, общие для всех исполнений типоразмера	Не выполняется	Выполняется на каждый типоразмер

Окончание таблицы 5.3

Код документа	Наименование документа	Основное содержание документа	Указания по выполнению документа	
			ОПШ и ДПП	МПП
СБ	Сборочный чертеж исполнения	Переменные данные, относящиеся к конкретному исполнению	То же	Выполняется на каждое исполнение
–	Базовая спецификация	По ГОСТ 2.113, ГОСТ 2.108, ГОСТ 2.417	Не выполняется	Выполняется на каждое исполнение
–	Спецификация исполнения	По ГОСТ 2.113, ГОСТ 2.108, ГОСТ 2.417	То же	То же
Д...	Технические требования	Одинаковые технические требования для МПП	Выполняется согласно ГОСТ 2.417	
ТБ	Таблица проверки монтажа	Данные для контроля электрических соединений	Выполняется на каждое исполнение. При автоматизированном контроле печатных плат допускается таблицы не выполнять	
ТБ	Таблица координат отверстий	Принятые условные обозначения отверстий, соответствующее количество отверстий, координаты расположения отверстий всех слоев ПП		
T1M	Данные фотошаблона	Информация о рисунке слоя ПП	Выполняется на каждый слой	
T2M	Данные сверления	Информация о координатах расположения диаметра и количества отверстий ПП	Выполняется на каждое исполнение с учетом конструктивно-технологических вариантов	
T3M	Данные для обработки контура	Информация о контуре ПП	Выполняется на каждый типоразмер	
T4M	Данные контроля	Информация о координатах контактов или контактных площадок, электрически соединенных между собой, слоя ПП	Выполняется на каждое исполнение или слой	
ВН	Ведомость документов на носителях данных	По ГОСТ 28388	Выполняется на каждое исполнение. Допускается выполнять в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами	
По действующей НТД	Данные о результатах проектирования печатных плат		Выполняется на магнитном носителе данных в соответствии с ГОСТ 28388. Допускается выполнять в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами	

Установленная ГОСТ 2.123 номенклатура конструкторских документов может дополняться в зависимости от характера, назначения и конструктивно-технологического варианта изготовления, а также от технического оснащения автоматизированных систем проектирования и изготовления ПП. В состав комплекта конструкторских документов на ПП допускается включать программные документы, полученные в результате автоматизированного проектирования и необходимые для производства ПП. В настоящее время все более популярен формат Gerber. По согласованию с изготовителем и заказчиком допускается вместо таблиц, указанных в номенклатуре, включать в комплект КД на ПП программы автоматизированного контроля ПП.

Программы на носителях данных записывают в «Ведомость документов на носителях данных» (ВН). При выполнении трех и менее документов на носителях данных ВН допускается не выпускать. При этом ВН записывают в спецификацию ПП в раздел «Документация» после документов, предусмотренных ГОСТ 2.102, в таком же порядке записывают в спецификацию ПП программы на носителях данных в случае, когда ВН выпускается.

Программные документы и программы, выполненные на носителях данных, записывают в конце раздела «Комплекты» спецификации.

В состав постоянных данных, помещаемых на базовом чертеже, включают изображение ПП, размеры и прочие указания для механической обработки, указания о материале, разметку для установки электрического соединителя, крепежные отверстия для установки ПП в сборочной единице, контрольные элементы, технические требования, проводящий рисунок, маркировку позиционных обозначений электрорадиоизделий и конструкторский адрес, место обозначения ПП, место обозначения сборочной единицы, место порядкового номера изменения, номера позиции для МПП и т. д.

В состав переменных данных, помещаемых на чертеже исполнения, обычно включают упрощенное изображение ПП, проводящий рисунок ПП, маркировку позиционных обозначений электрорадиоизделий и (или) конструктивный адрес, обозначение ПП, обозначение сборочной единицы, порядковый номер изменения,

таблицу переходных и монтажных отверстий, технические требования, номера позиций для МПП и т. д.

При выполнении чертежа исполнения ПП автоматизированным способом на двух или более листах технические требования помещают на первом листе, проводящий рисунок может быть выполнен на последующих листах. Следует заметить, что это положение стандарта очень часто нарушают начинающие конструкторы

В соответствии с ГОСТ 2.123 базовый чертеж ПП (деталь) записывают в спецификацию аналогично составной части изделия в начале раздела «Детали» той отборочной единицы, в которой применяется конкретное исполнение, при этом графу «Поз.» прочеркивают, а в графе «Кол.» записывают 1. Если документация сборочной единицы выполнена базовым способом, то базовый чертеж детали и чертеж исполнения детали вносят в спецификацию сборочной единицы. Допускается вместо нескольких базовых документов выпускать один базовый документ групповым способом. Построение комплекта конструкторских документов для МПП приведено на рис. 5.2.

В последние годы довольно распространенным явлением стала разработка изделий для зарубежного заказчика. Особенности оформления КД в этом случае определены в ГОСТ Р.901-99 «Документация, отправляемая за границу. Общие требования». Этот стандарт распространяется на конструкторскую документацию изделий всех отраслей промышленности, отправляемых за границу РФ, и устанавливает общие требования к оформлению. Во многих случаях работа выполняется полностью по зарубежным стандартам.

Завершающий этап разработки КД – нормоконтроль. Увы, последнее время его функции слегка нивелировались «де-факто», но «де-юре» они совершенно четко определяются ГОСТ 2.111-68, который однозначно устанавливает порядок контроля в конструкторской документации норм и требований, установленных стандартами и другими нормативно-техническими документами.

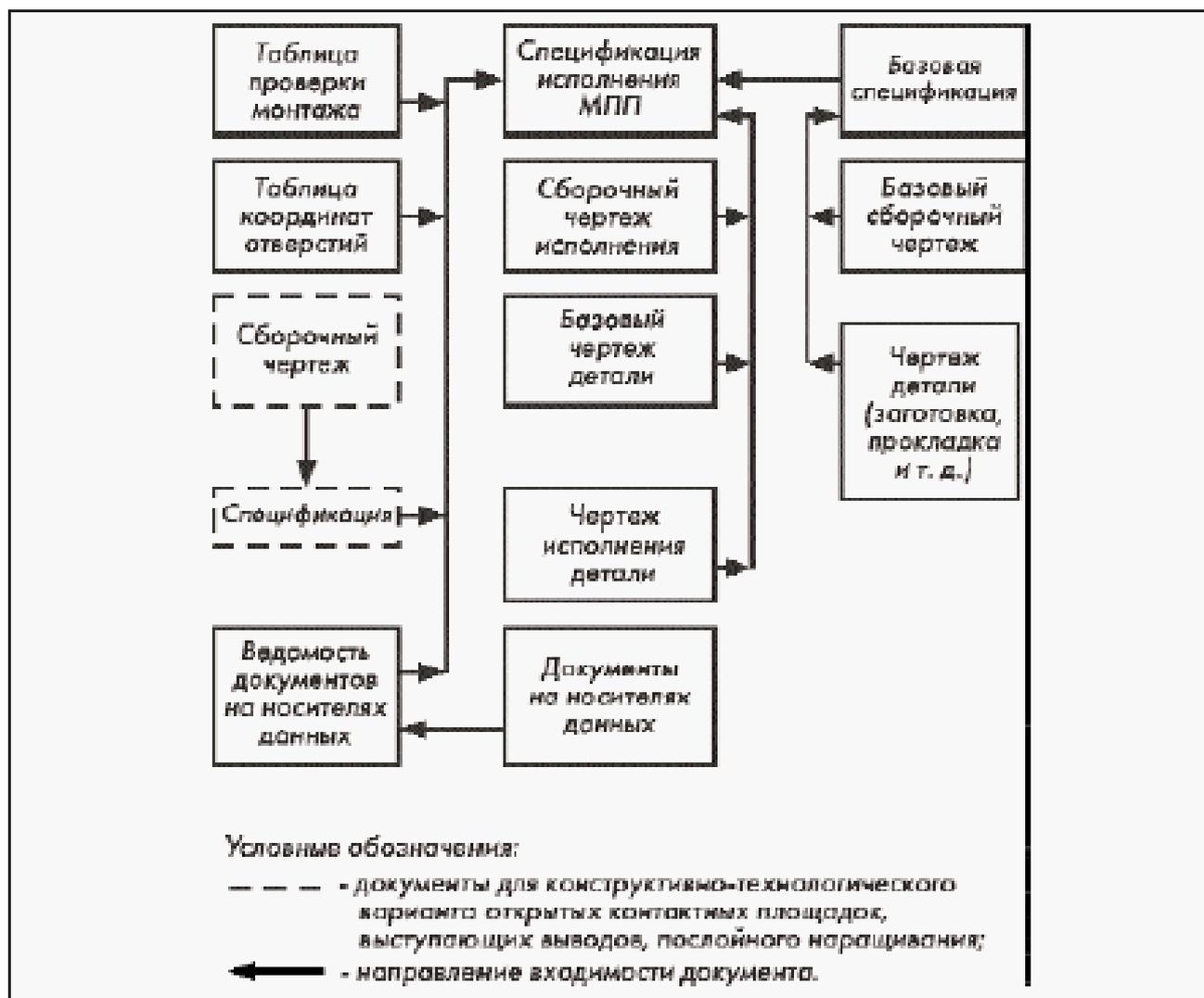


Рисунок 5.2 – Пример комплекта КД

Нормоконтролю подлежит конструкторская документация на изделия основного и вспомогательного производства независимо от подчиненности и служебных функций подразделений, выпустивших указанную документацию.

Комплект всех перечней замечаний и предложений нормоконтролера по проекту служит исходным материалом для оценки качества выполнения проекта.

Заинтересованному читателю также рекомендуется обратиться к работам [1-4] для получения более полной информации. Вообще же совет здесь только один – не забывайте о ГОСТах и следите за новыми изменениями в них.

***Дополнительная литература к разделу 5***

1. Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры (печатные узлы). Київ: Техніка, 1985.
2. Александров К. К., Кузьмина Е. Г. Электротехнические чертежи и схемы. М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Под. ред. Э. Т. Романычевой. М.: Радио и связь, 1989.
4. Стешенко В. Б. ACCEL EDA: технология проектирования печатных плат. М.: Нолидж, 2000.

**Приложение А**  
(справочное)

**РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА**  
**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

---

<b>Единая система конструкторской документации</b> <b>ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ</b> Unified system for design documentation. Technical design	<b>ГОСТ</b> <b>2.120–73*</b>
---	---------------------------------

---

**Постановлением Государственного комитета стандартов Совета  
Министров СССР от 28 февраля 1973 г. № 502 срок введения установлен**  
**с 01.01.74**

Настоящий стандарт устанавливает требования к выполнению технического проекта на изделия всех отраслей промышленности.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Технический проект разрабатывают, если это предусмотрено техническим заданием, протоколом рассмотрения технического предложения или эскизного проекта.

Технический проект разрабатывают с целью выявления окончательных технических решений, дающих полное представление о конструкции изделия, когда это целесообразно сделать до разработки рабочей документации.

При необходимости технический проект может предусматривать разработку вариантов отдельных составных частей изделия.

В этих случаях выбор оптимального варианта осуществляется на основании результатов испытаний опытных образцов изделия.

1.2. При разработке технического проекта выполняют работы, необходимые для обеспечения предъявляемых к изделию требований и позволяющие получить полное представление о конструкции разрабатываемого изделия, оценить его соответствие требованиям технического задания, технологичность, степень сложности изготовления, способы упаковки, возможности транспортирования и

монтажа на месте применения, удобство эксплуатации, целесообразность и возможность ремонта и т.п.

Перечень необходимых работ определяется разработчиком в зависимости от характера и назначения изделия и согласовывается с заказчиком, если изделие разрабатывается по заказам Министерства обороны.

*Примечание.* На стадии технического проекта не повторяют работы, проведенные на предыдущих стадиях, если они не могут дать дополнительных данных. В этом случае результаты ранее проделанных работ отражают в пояснительной записке.

1.3. Макеты должны быть предназначены для проверки (в необходимых случаях – на объекте заказчика или потребителя) конструктивных и схемных решений разрабатываемого изделия и (или) его составных частей, а также для подтверждения окончательно принятых решений. Испытания макетов должны проводиться в соответствии с программой и методикой испытаний, разработанной по ГОСТ 2.106-96. Необходимость изготовления макетов и их количество устанавливаются организацией–разработчиком (если требуется, то совместно с заказчиком).

1.4. В технический проект включают конструкторские документы в соответствии с ГОСТ 2.102-68, предусмотренные техническим заданием и протоколом рассмотрения технического предложения, эскизного проекта.

При разработке технического проекта могут быть использованы отдельные документы, разработанные на предыдущих стадиях, если эти документы соответствуют требованиям, предъявляемым к документам технического проекта или, если в них внесены изменения с целью обеспечения такого соответствия. Использованным документам присваивают литеру «Т».

Конструкторские документы, разрабатываемые для изготовления макетов, в комплект документов технического проекта не включают.

1.5. На рассмотрение, согласование и утверждение представляют копии документов технического проекта, скомплектованные по ГОСТ 2.106-96. Допускается по согласованию с заказчиком представлять подлинники документов технического проекта.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОКУМЕНТОВ

2.1. Чертеж общего вида для технических документов выполняют по ГОСТ 2.119-73. Кроме того, на чертеже общего вида при необходимости приводят:

указания о выбранных посадках деталей (наносятся размеры и предельные отклонения сопрягаемых поверхностей по ГОСТ 2.307-68);

технические требования к изделию, например, о применении определенных покрытий, способов пропитки обмоток, методов сварки, обеспечивающих необходимое качество изделия (эти требования должны учитываться при последующей разработке рабочей документации);

технические характеристики изделия, которые необходимы для последующей разработки чертежей.

2.2. В ведомость технического проекта записывают все включенные в технический проект конструкторские документы в порядке, установленном ГОСТ 2.106-96.

2.3. Пояснительную записку технического проекта выполняют по ГОСТ 2.106-96 с учетом следующих основных требований к содержанию разделов:

а) в разделе «Введение» указывают наименование, номер и дату утверждения технического задания. Если разработка технического проекта предусмотрена не техническим заданием, а протоколом рассмотрения технического предложения или эскизного проекта, то делают запись по типу: «Разработка технического проекта предусмотрена эскизным проектом ...» и указывают номер и дату протокола рассмотрения эскизного проекта;

б) в разделе «Назначение и область применения разрабатываемого изделия» указывают:

- краткую характеристику области и условий применения изделия;
- общую характеристику объекта, для применения в котором предназначено данное изделие (при необходимости);
- основные данные, которые должны обеспечивать стабильность показателей качества изделия в условиях эксплуатации;

в) в разделе «Техническая характеристика» приводят:

- основные технические характеристики изделия (мощность, число оборотов, производительность, расход электроэнергии, топлива, коэффициент полезного действия и другие параметры, характеризующие изделие);
- сведения о соответствии или отклонениях от требований, установленных техническим заданием и предыдущими стадиями разработки, если они проводились, с обоснованием отклонений;

г) в разделе «Описание и обоснование выбранной конструкции» приводят:

описание и обоснование выбранной конструкции, схем, упаковки (если упаковка предусмотрена) и других технических решений, принятых и проверенных на стадии разработки технического проекта. При необходимости приводят иллюстрации:

- данные сравнения основных технических характеристик изделия с характеристиками аналогов (отечественных или зарубежных) или дают ссылку на карту технического уровня и качества;
- оценку технологичности изделия, в том числе обоснование необходимости разработки или приобретения нового оборудования;
- оценку окончательных технических решений на соответствие требованиям по обеспечению патентной чистоты и конкурентоспособности;
- сведения об использованных изобретениях (номера авторских свидетельств или номера заявок на изобретения с указанием даты приоритета);
- результаты испытаний макетов (если они изготовлялись) и данные оценки соответствия макетов заданным требованиям, в том числе эргономики, технической эстетики. При необходимости приводят фотографии макетов. Для справок допускается указывать обозначения основных конструкторских документов, по которым изготовлялись макеты, номер и дату отчета (или) протокола по испытаниям и др.;
- сведения о соответствии применяемых в изделии заимствованных (ранее разработанных) составных частей, покупных изделий и материалов

разрабатываемому изделию по техническим характеристикам, режимам работы, гарантийным срокам, условиям эксплуатации;

- обоснование необходимости применения дефицитных изделий и материалов;
- сведения о транспортировании и хранении;
- сведения о соответствии изделия требованиям техники безопасности и производственной санитарии;

д) в разделе «Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции» приводят:

- расчеты, подтверждающие работоспособность изделия (кинематические, электрические, тепловые, расчеты гидравлических и пневматических систем и др.);
- расчеты, подтверждающие надежность изделия (расчеты показателей долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и др.).

При большом объеме расчетов они могут быть оформлены в виде отдельных документов; при этом в данном разделе приводят только результаты расчетов;

е) в разделе «Описание организации работ с применением разрабатываемого изделия» приводят сведения об организации работ с изделием на месте эксплуатации, в том числе:

- описание специфических приемов и способов работы с изделием в режимах и условиях, предусмотренных техническим заданием;
- описание порядка и способов транспортирования, монтажа и хранения изделия и ввода его в действие на месте эксплуатации;
- оценку эксплуатационных данных изделия (взаимозаменяемости, удобства обслуживания, ремонтпригодности, устойчивости против воздействия внешней среды и возможности быстрого устранения отказов);
- сведения о квалификации и количестве обслуживающего персонала;

ж) в разделе «Ожидаемые технико-экономические показатели» приводят:

- экономические показатели (экономическую эффективность от внедрения в народное хозяйство и др.), необходимые расчеты;

- ориентировочный расчет цены опытного и серийного изделия и затрат на организацию производства и эксплуатацию;

з) в разделе «Уровень стандартизации и унификации» приводят:

- сведения о стандартных, унифицированных и заимствованных сборочных единицах и деталях, которые были применены при разработке изделия, а также показатели уровня унификации и стандартизации конструкции изделия;
- обоснование возможности разработки государственных и отраслевых стандартов на объекты стандартизации, связанные с разработкой данного изделия, его составных частей и новых материалов.

2.4. В приложении к пояснительной записке приводят:

- копию технического задания, а также, при необходимости, данные (технические требования, правила приемки, методы контроля и другие сведения), подлежащие включению в технические условия, если последние на данной стадии не разрабатывались;
- материалы художественно–конструкторской проработки, не являющиеся конструкторскими документами;
- перечень работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документации;
- уточнение или разработку сетевого графика по дальнейшей разработке и внедрению в промышленное производство разрабатываемого изделия; перечень использованной литературы и т.п.;
- перечень документов, используемых при разработке технического проекта и получаемых разработчиком изделия от других предприятий и организаций (авторские свидетельства, экспертное заключение о патентной чистоте, справка потребителя о необходимом объеме производства разрабатываемых изделий и т.п.);

При этом документы в приложении к пояснительной записке не включают, но в пояснительной записке могут быть приведены необходимые сведения из этих документов (например, предмет изобретения потребные количества изделий на квартал, на год, на пятилетку), а также номер и дата документа или

сопроводительного письма.

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА**

В общем случае при разработке технического проекта проводят следующие работы:

а) разработку конструктивных решений изделия и его основных составных частей;

б) выполнение необходимых расчетов, в том числе подтверждающих технико-экономические показатели, установленные техническим заданием;

в) выполнение необходимых принципиальных схем, схем соединений и др.;

г) разработку и обоснование технических решений, обеспечивающих показатели надежности, установленные техническим заданием и предшествующими стадиями разработки (если эти стадии разрабатывались);

д) анализ конструкции изделия на технологичность с учетом отзывов предприятий-изготовителей промышленного производства в части обеспечений технологичности в условиях данного конкретного производства, в том числе по использованию имеющегося на предприятии оборудования, а также учета в данном проекте требований нормативно-технической документации, действующей на предприятии-изготовителе; выявления необходимого для производства изделий нового оборудования (обоснование разработки или приобретения); разработку метрологического обеспечения (выбор методов и средств измерения);

е) разработку, изготовление и испытание макетов;

ж) оценку изделия в отношении его соответствия требованиям экономики, технической эстетики;

з) оценку возможности транспортирования, хранения, а также монтажа изделия на месте его применения;

и) оценку эксплуатационных данных изделия (взаимозаменяемости, удобства обслуживания, ремонтпригодности, устойчивости против воздействия внешней среды, возможности быстрого устранения отказов, контроля качества

работы изделия, обеспеченность средствами контроля технического состояния и др.);

к) окончательное оформление заявок на разработку и изготовление новых изделий (в том числе средств измерения) и материалов, применяемых в разрабатываемом изделии;

л) проведение мероприятий по обеспечению заданного в техническом задании уровня стандартизации и унификации изделия;

м) проверку изделия на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформление заявок на изобретения;

н) выявление номенклатуры покупных изделий, согласование применения покупных изделий;

о) согласование габаритных, установочных и присоединительных размеров с заказчиком или основным потребителем;

п) оценку технического уровня и качества изделия;

р) разработку чертежей сборочных единиц и деталей, если это вызывается необходимостью ускорения выдачи задания на разработку специализированного оборудования для их изготовления;

с) проверку соответствия принимаемых решений требованиям техники безопасности и производственной санитарии;

т) составление перечня работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документации, в дополнение и (или) уточнение работ, предусмотренных техническим заданием, техническим предложением и эскизным проектом;

у) подготовку предложений по разработке стандартов (пересмотр или внесение изменений в действующие стандарты), предусмотренных техническим заданием на данной стадии.

## Приложение Б

(справочное)

### ВИДЫ ПРОГРАММ И ПРОГРАММНЫХ ДОКУМЕНТОВ МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**Единая система программной документации**

#### ВИДЫ ПРОГРАММ И ПРОГРАММНЫХ ДОКУМЕНТОВ

United system for program documentatio n.

Types of programs and program documents

ГОСТ  
19.101–77  
(СТ СЭВ 1626–79)

**Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 20 мая 1977 г. № 1268 срок введения установлен с 01.01 1980 г.**

Настоящий стандарт устанавливает виды программ и программных документов для вычислительных машин, комплексов и систем независимо от их назначения и области применения.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1626–79.

#### **1. ВИДЫ ПРОГРАММ**

1.1. Программу (по ГОСТ 19781–90) допускается идентифицировать и применять самостоятельно и (или) в составе других программ.

1.2. Программы подразделяют на виды, приведенные в табл. 1

**Таблица 1**

Вид программы	Определение
Компонент	Программа, рассматриваемая как единое целое, выполняющая законченную функцию и применяемая самостоятельно или в составе комплекса
Комплекс	Программа, состоящая из двух или более компонентов и (или) комплексов, выполняющих взаимосвязанные функции, и применяемая самостоятельно или в составе другого комплекса

1.3. Документация, разработанная на программу, может использоваться для реализации и передачи программы на носителях данных, а также для изготовления программного изделия.

## 2. ВИДЫ ПРОГРАММНЫХ ДОКУМЕНТОВ

2.1. К программным относят документы, содержащие сведения, необходимые для разработки, изготовления, сопровождения и эксплуатации программ.

2.2. Виды программных документов и их содержание приведены в табл. 2.

**Таблица 2**

<b>Вид программного документа</b>	<b>Содержание программного документа</b>
Спецификация	Состав программы и документации на нее
Ведомость держателей подлинников	Перечень предприятий, на которых хранят подлинники программных документов
Текст программы	Запись программы с необходимыми комментариями
Описание программы	Сведения о логической структуре и функционировании программы
Программа и методика испытаний	Требования, подлежащие проверке при испытании программы, а также порядок и методы их контроля
Техническое задание	Назначение и область применения программы, технические, технико–экономические и специальные требования, предъявляемые к программе, необходимые стадии и сроки разработки, виды испытаний
Пояснительная записка	Схема алгоритма, общее описание алгоритма и (или) функционирования программы, а также обоснование принятых технических и технико–экономических решений
Эксплуатационные документы	Сведения для обеспечения функционирования и эксплуатации программы

2.3. Виды эксплуатационных документов и их содержание приведены табл.3.

**Таблица 3**

<b>Вид эксплуатационного документа</b>	<b>Содержание эксплуатационного документа</b>
Ведомость эксплуатационных документов	Перечень эксплуатационных документов на программу
Формуляр	Основные характеристики программы, комплектность и сведения об эксплуатации программы
Описание применения	Сведения о назначении программы, области применения, применяемых методах, классе решаемых задач, ограничениях для применения, минимальной конфигурации технических средств
Руководство системного программиста	Сведения для проверки, обеспечения функционирования и настройки программы на условия конкретного применения
Руководство программиста	Сведения для эксплуатации программы
Руководство оператора	Сведения для обеспечения процедуры общения оператора с вычислительной системой в процессе выполнения программы
Описание языка	Описание синтаксиса и семантики языка
Руководство по техническому обслуживанию	Сведения для применения тестовых и диагностических программ при обслуживании технических средств

2.4. В зависимости от способа выполнения и характера применения программные документы подразделяются на подлинник, дубликат и копию (ГОСТ 2.102–68), предназначенные для разработки, сопровождения и эксплуатации программы.

2.5. Виды программных документов, разрабатываемых на разных стадиях, и их коды приведены в табл. 4.

**Таблица 4**

Код вида документа	Вид документа	Стадии разработки			
		Эскизный проект	Технический проект	Рабочий проект	
				компонент	комплекс
–	Спецификация	–	–	●	●
05	Ведомость держателей подлинников	–	–	–	○
12	Текст программы	–	–	●	○
13	Описание программы	–	–	○	○
20	Ведомость эксплуатационных документов	–	–	○	○
30	Формуляр	–	–	○	○
31	Описание применения	–	–	○	○
32	Руководство системного программиста	–	–	○	○
33	<b>Руководство программиста</b>	–	–	○	○
34	<b>Руководство оператора</b>	–	–	○	○
35	<b>Описание языка</b>	–	–	○	○
46	<b>Руководство по техническому обслуживанию</b>	–	–	○	○
51	Программа и методика испытаний	–	–	○	○
81	Пояснительная записка	○	○	–	–
90–99	Прочие документы	○	○	○	○

*Условные обозначения:*

● документ обязательный;

- ❶ документ обязательный для компонентов, имеющих самостоятельное применение;
- ❷ необходимость составления документа определяется на этапе разработки и утверждения технического задания;
- документ не составляют.

2.6. Допускается объединять отдельные виды эксплуатационных документов (за исключением ведомости эксплуатационных документов и формуляра). Необходимость объединения этих документов указывается в техническом задании. Объединенному документу присваивают наименование и обозначение одного из объединяемых документов.

В объединенных документах должны быть приведены сведения, которые необходимо включать в каждый объединяемый документ.

2.7. На этапе разработки и утверждения технического задания определяют необходимость составления технических условий, содержащих требования к изготовлению, контролю и приемке программы.

Технические условия разрабатывают на стадии «Рабочий проект».

2.8. Необходимость составления технического задания на компоненты, не предназначенные для самостоятельного применения, и комплексы, входящие в другие комплексы, определяется по согласованию с заказчиком.