

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский государственный технический университет»

**Методические указания**  
**по выполнению выпускной квалификационной работы**  
**дипломированного специалиста (инженера) специальностей**  
**220201 «Управление и информатика в технических системах»,**  
**210406 «Сети связи и системы коммутации»**

Издательство  
Пермского государственного технического университета  
2007

Составители: канд. техн. наук М.С. Волковой, канд. техн. наук  
Т.С. Леготкина, канд. техн. наук В.И. Фрейман

УДК 621.001.2  
М54

М54 Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы дипломированного специалиста (инженера) специальностей 220201 «Управление и информатика в технических системах», 210406 «Сети связи и системы коммутации» / сост. М.С. Волковой, Т.С. Леготкина, В.И. Фрейман. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 59 с.  
ISBN 978-5-88151-701-4

Изложены требования к содержанию, объему и оформлению выпускной квалификационной работы. Даны рекомендации по выполнению и подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

Разработаны в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников специальностей, Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по специальностям, методическими рекомендациями учебно-методических объединений по образованию в соответствующих областях (автоматизация, телекоммуникации).

Оформлено в соответствии с требованиями ЕСКД.

УДК 621.001.2

ISBN 978-5-88151-701-4

© ГОУ ВПО  
«Пермский государственный  
технический университет», 2007

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 5  |
| 1 Основные цели выполнения ВКР .....                               | 5  |
| 2 Общие положения о ВКР .....                                      | 6  |
| 3 Организация выполнения ВКР .....                                 | 7  |
| 4 Объем и структура дипломного проекта (работы) .....              | 8  |
| 5 Содержание дипломного проекта (работы) .....                     | 9  |
| 5.1 Титульный лист.....  | 9  |
| 5.2 Задание на дипломное проектирование .....                      | 10 |
| 5.3 Реферат .....  | 10 |
| 5.4 Содержание .....   | 10 |
| 5.5 Введение .....   | 11 |
| 5.6 Теоретическая часть .....                                      | 11 |
| 5.6.1 Содержание теоретической части ДП специальности 220201 ..... | 13 |
| 5.6.2 Содержание теоретической части ДП специальности 210406 ..... | 13 |
| 5.7 Проектная часть .....  | 14 |
| 5.7.1 Содержание проектной части ДП специальности 220201 .....     | 15 |
| 5.7.2 Содержание проектной части ДП специальности 210406 .....     | 17 |
| 5.8 Экспериментальная часть .....                                  | 18 |
| 5.9 Специальная часть.....   | 19 |
| 5.10 Конструкторско-технологическая часть .....                    | 20 |
| 5.11 Раздел по охране труда и технике безопасности .....           | 20 |
| 5.12 Организационно-экономический раздел .....                     | 21 |
| 5.13 Заключение .....  | 21 |
| 5.14 Список использованных источников .....                        | 22 |
| 5.15 Приложения .....  | 22 |
| 6 Исследовательские проекты и дипломные работы .....               | 22 |
| 7 Оформление пояснительной записки .....                           | 25 |
| 7.1 Общие требования .....   | 25 |
| 7.2 Построение пояснительной записки .....                         | 25 |
| 7.3 Термины. Сокращения. Написание математических формул .....     | 27 |
| 7.4 Иллюстрации. Таблицы .....                                     | 30 |
| 7.5 Расчеты .....  | 33 |
| 7.6 Список использованных источников .....                         | 33 |
| 7.7 Приложения .....   | 34 |
| 8 Выполнение графических материалов .....                          | 35 |
| 8.1 Общие правила выполнения графических материалов .....          | 35 |
| 8.2 Общие требования к выполнению чертежей .....                   | 39 |
| 8.2.1 Чертеж общего вида .....                                     | 40 |
| 8.2.2 Сборочный чертеж .....                                       | 43 |
| 8.3 Общие требования к выполнению схем .....                       | 43 |
| 9 Отзыв руководителя и рецензия на проект .....                    | 46 |

|  |    |
|--|----|
| 10 Предварительный просмотр проекта и защита перед ГАК ..... | 47 |
| Список использованных источников .....                       | 49 |
| Приложение А .....   | 52 |
| Приложение Б .....   | 53 |
| Приложение В .....   | 54 |

## **Введение**

Современный инженер по объему и уровню знаний должен быть подготовлен к самостоятельному творческому решению сложных научно-технических задач. Инженер должен уметь обрабатывать патентно-лицензионную и реферативную информацию, пользоваться не только научно-технической литературой, но и информацией из Российской автоматизированной системы поиска и распространения патентной и реферативной информации (РАСПРИ), Internet, уметь обращаться с компьютерной техникой, ставить и решать научно-технические задачи, давать технико-экономическое обоснование принимаемых решений.

За время обучения студент должен научиться организовывать и проводить научные исследования, внедрять их результаты в практику, а также определять предпочтительные рынки применения разрабатываемых инвестиционных проектов, конструкций и технологий, исследовать конкурентоспособность технологий и разрабатывать стратегию их продвижения на отечественном и мировом рынках.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является завершающим этапом обучения студента в университете. В процессе выполнения ВКР у студента не только закрепляются и систематизируются теоретические знания и практические навыки, но и развиваются способности к самостоятельной работе, научным исследованиям, экспериментированию, что так необходимо в его будущей инженерной деятельности.

Выполнение и защита дипломного проекта одновременно являются проверкой готовности выпускника к самостоятельному решению комплексных инженерных задач и основанием для присвоения ему звания инженера.

### **1 Основные цели выполнения ВКР**

Целями выполнения ВКР выпускниками вузов являются:

- проверка уровня усвоения студентами учебного материала по основным естественно-научным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам;
- углубление знаний по специальности, приобретение навыков самостоятельного решения комплексных инженерных задач, а для наиболее подготовленных – навыков научных исследований;
- приобретение навыков разработки и ведения технической документации.

В процессе выполнения ВКР студенты должны показать умения:

- использования передовых достижений науки и техники и обоснования экономической целесообразности их внедрения;

– правильного применения теоретических положений специальных дисциплин для решения инженерных задач;

– самостоятельной работы с технической литературой, с системой РАСПРИ, Internet, четкого обоснования своих выводов и предложений.

При этом они должны организовать свою работу так, чтобы в срок, полностью и качественно выполнить задание на дипломный проект и подготовиться к его защите.

## **2 Общие положения о ВКР**

Темы ВКР предлагаются студентам (дипломникам) с учетом их научной работы и закрепляются приказом ректора по университету. Тема проекта должна соответствовать специальности выпускника, а также быть актуальной с точки зрения совершенствования систем, процессов и т.д.

Задание на ВКР выдается студенту перед началом преддипломной практики или в ее первые дни. Для наиболее подготовленных студентов, активно участвующих в учебно-исследовательской работе, темы дипломных проектов могут являться темами их научной работы, которая, в свою очередь, определяется тематикой научно-исследовательской работы кафедры. В этом случае тема ВКР может быть выдана студенту значительно раньше, а в период преддипломной практики только уточняется. Задание разрабатывается руководителем проекта и утверждается заведующим кафедрой. В задании указывается объем проекта, содержание его разделов, необходимые исходные данные, а также рекомендуемая литература и техническая документация. После уяснения задания в случае его принятия к исполнению дипломник скрепляет его своей подписью.

ВКР является самостоятельной работой студента по специальности. При ее выполнении дипломник широко использует научно-техническую литературу по своей специальности и смежным с ней специальностям, передовой опыт предприятий, выпускающих образцы техники, по которой специализируется выпускник, научно-технические разработки кафедры. В проекте не допускается механическое заимствование готовых решений, простое перечерчивание известных конструкторских чертежей и использование технической документации без критического их рассмотрения и личного творческого вклада дипломника в работу.

ВКР должны выполняться на темы, отвечающие интересам промышленности и науки, подсказанные нуждами эксплуатации оборудования, средств связи, изделий в промышленности, и содержать решения, соответствующие современному уровню науки и техники.

В отдельных случаях, когда тема предусматривает разработку сложной конструкции или направлена на решение комплексной задачи, допускается выполнение ВКР группой студентов (не более трех).

В отчете по преддипломной практике студент должен представить примерное оглавление ВКР.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования направления подготовки дипломированного специалиста предусмотрено четыре вида профессиональной деятельности: производственно-технологическая, проектная, научно-исследовательская, организационно-управленческая. В рамках выполнения ВКР проверяется способность выпускников к двум видам деятельности: *проектной* и *научно-исследовательской*, с элементами двух остальных.

Выпускная квалификационная работа, в которой решаются проектные задачи, выполняется в виде *дипломного проекта* (ДП). Выпускная квалификационная работа, в которой решаются научно-исследовательские задачи, выполняется в виде *дипломной работы* (ДР).

ВКР инженера (ДР или ДП) должна представлять собой законченную научно-исследовательскую, проектную или технологическую разработку, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями содержания подготовки по конкретной специальности. Дипломная работа (проект) должна быть представлена в форме рукописи.

### **3 Организация выполнения ВКР**

Руководитель ВКР, назначенный кафедрой и утвержденный приказом по университету, контролирует работу дипломника, уточняет глубину, объем разработок и сроки выполнения отдельных частей ВКР, консультирует по научно-техническим вопросам, представляет ВКР заведующему кафедрой для допуска его к защите.

По отдельным разделам проекта (работы) кафедра может привлекать консультантов с других кафедр или факультетов.

Календарный план выполнения проекта (работы) составляется дипломником в течение первой недели проектирования согласно учебному плану. В календарном плане должны быть указаны конкретные сроки выполнения всех составных частей проекта. Окончание работы над проектом предусматривается не позднее чем за одну неделю до начала защиты.

Установочные консультации проводят в первые дни дипломного проектирования ведущие преподаватели кафедры и руководители проектов. До сведения дипломников доводятся руководящие документы по организации выполнения и защиты ВКР, даются рекомендации по рациональному проектированию, комментируются лучшие проекты прошлых лет, обсуждаются последние достижения науки.

Текущие консультации проводятся по мере необходимости в ходе дипломного проектирования по согласованию с руководителем, но не реже одного раза в неделю. В установленный заведующим кафедрой день руко-

водитель контролирует ход и полноту выполнения календарного плана с письменной отметкой в нем результатов контроля.

Допуск к защите ВКР осуществляется заведующим кафедрой на основании рассмотрения:

- законченного и подписанного автором дипломного проекта (работы);
- письменного отзыва руководителя не позднее чем за одну неделю до начала работы ГАК при полном выполнении задания на проектирование и соответствии проекта нормативным документам;
- решения комиссии по результатам предзащиты.

Рецензирование допущенных к защите дипломных проектов (работ) осуществляется ведущими специалистами из научного, преподавательского состава университета, предприятий, научно-исследовательских или проектно-конструкторских организаций, назначенными приказом ректора университета.

Подготовка к защите – подготовка доклада и ответов на возможные вопросы по теме дипломного проекта (работы) и смежным наукам – осуществляется дипломником в тесном контакте с руководителем и консультантом.

#### **4 Объем и структура дипломного проекта (работы)**

Дипломный проект и дипломная работа состоят из пояснительной записки и графической части.

Объем пояснительной записки должен быть около 70 страниц печатного текста или около 100 страниц рукописного. В это число не входят приложения, объем которых не регламентируется.

Не менее 60 % объема пояснительной записки должны занимать расчеты. К расчетам относятся: разработка структурных, функциональных схем, расчет элементов и узлов, расчет погрешностей, показателей надежности и других показателей, расчет конструкций (например, печатных плат), разработка протоколов, интерфейсов, алгоритмов и программного обеспечения.

Графическая часть дипломного проекта должна содержать не менее 8 листов формата А1. Из них 2–3 листа должны представлять чертежи (чертежи печатной платы, сборочный чертеж, чертеж общего вида и т.д.), а остальные – схемы (структурная, функциональная, принципиальные и т.д., а также схемы алгоритмов). Кроме того, в состав графической части (девятым листом) входит плакат из организационно-экономической части проекта.

Графики, таблицы, временные диаграммы, иллюстрации оформляются как плакаты (листы без основной надписи) и могут включаться в со-

став графической части проекта в дополнение к обязательным листам (не более трех плакатов).

Графическая часть дипломной работы должна содержать не менее 6 листов формата А1 (без учета одного листа по экономике). Чертежи могут отсутствовать, и некоторые из листов могут быть оформлены в виде плакатов.

Пояснительная записка к дипломному проекту или к дипломной работе должна содержать следующие структурные элементы:

- а) титульный лист;
- б) задание на дипломный проект;
- в) реферат;
- г) содержание;
- д) введение;
- е) теоретическую часть;
- ж) проектную часть;
- и) экспериментальную часть;
- к) конструкторско-технологическую часть;
- л) раздел по охране труда;
- м) организационно-экономическую часть;
- н) заключение;
- п) список использованных источников;
- р) приложения.

Дипломная работа может не содержать элемента к.

## **5 Содержание дипломного проекта (работы)**

### **5.1 Титульный лист**

Пояснительная записка (ПЗ) начинается с титульного листа. На нем сообщаются официальные сведения о выполняемой ВКР, ее исполнителе и руководителе, в том числе наименование министерства и полное название учебного заведения. Далее указывается вид выполненной работы (дипломный проект или дипломная работа), наименование факультета, фамилия и инициалы исполнителя.

С новой строки пишется слово «ТЕМА» и через двоеточие – название темы работы. Ниже названия темы и с отступом вправо сообщаются ученая степень (доктор, кандидат технических наук), ученое звание (профессор, доцент, старший преподаватель), фамилия и инициалы руководителя работы. Титульный лист выдается на кафедре.

## 5.2 Задание на дипломное проектирование

Задание является организующим началом исследования – оно устанавливает тему, цель и содержание проекта (работы). В нем указываются основные литературные источники, с которыми необходимо ознакомиться студенту, приступающему к работе, определены объем записки, количество листов и содержание графической части проекта, а также график выполнения работы и проценты трудоемкости каждого этапа работы.

Текст задания пишется на типографском бланке, подписывается руководителем, утверждается заведующим кафедрой. В задании должна быть подпись студента об ознакомлении с заданием и графиком выполнения работы. Бланки задания выдаются на кафедре.

## 5.3 Реферат

Реферат должен содержать:

- сведения об объеме ПЗ, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста ПЗ, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать:

- объем исследования или разработки;
- цель работы;
- метод проведения работы;
- результаты работы;
- основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;
- степень внедрения;
- область применения;
- экономическую эффективность.

Пример составления реферата приведен в приложении А.

Номер страницы реферата – 5.

## 5.4 Содержание

Содержание включает введение, наименования всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименования приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы ПЗ.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка посередине строки строчными буквами, начиная с прописной, без точки и выделяют полужирным шрифтом. Заголовки располагают на одной вертикали. Пространство между последним словом каждого заголовка и номером страницы заполняется точками.

Содержание начинается со страницы 6.

## **5.5 Введение**

Введение предшествует основному содержанию записки, оно помогает уяснить цель и значение выполненного исследования. Во введении кратко формулируются необходимость и актуальность разработки (изучения) данной темы, ее теоретическое и практическое значение, а также состояние разрабатываемой темы, к какой области науки и техники относится выполненная работа, формулируется постановка задачи и сообщается уровень требований к ожидаемым результатам. При написании введения необходимо связать выбор темы ВКР с общими научно-техническими задачами развития промышленности и науки. Поэтому к написанию введения необходимо подходить со всей серьезностью, тщательно отбирая и логически выстраивая приведенный материал.

Рекомендуемый объем введения 1–2 страницы.

## **5.6 Теоретическая часть**

Теоретическая часть обычно оформляется в виде первого раздела ПЗ. Заголовок «Теоретическая часть» в ПЗ не пишется. Заголовок определяется содержанием раздела.

Содержание и стиль изложения теоретической части характеризуют общенаучную и специальную подготовку студента, показывают его способность к самостоятельному изучению конкретного вопроса по специальности и умение делать научные обобщения литературных данных.

Теоретическая часть обычно состоит из 3–4 пунктов, содержание которых определяется темой работы.

Предпочтительным считается включение в теоретическую часть пунктов следующего содержания:

– анализ состояния изучаемого вопроса, включая научно-техническое обоснование;

– теоретические основы и физическая сущность изучаемого вопроса.

*Анализ состояния изучаемого вопроса.* В зависимости от объекта, указанного в теме дипломного проекта (узел, агрегат, оборудование, промышленная установка, промышленный объект, база данных или система управления базой данных (СУБД), система автоматизированного проекти-

рования (САПР), системы и средства связи и т.д.), определяется предметная область анализа состояния вопроса.

Анализ включает в себя обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы, патентной и реферативной информации, информационных листков производственного опыта, использование данных РАСПРИ, Internet, на основе которого дается критическая оценка известных решений (их достоинства и недостатки, особо освещаются вопросы, связанные с энергосберегающими технологиями и производствами) и определяются возможные направления решения поставленной в дипломном проекте задачи.

По результатам анализа дипломник из известных технических решений выбирает аналог и прототип, которые будут базой для дальнейшего проведения технико-экономической оценки предлагаемого в работе технического решения.

Если темой проекта (работы) является разработка математической модели, алгоритма, программы, САПР, то при проведении анализа приводится описание известных теоретических решений с критикой постановки задач, методов их решения, определяется область адекватности. На основании анализа дается оценка области применения функциональных моделей, алгоритмов, программ, САПР.

В результате критического анализа дипломник выявляет круг задач, решение которых является либо научной, либо технической проблемой, ставится цель работы и намечаются пути достижения этой цели.

*Теоретические основы и физическая сущность изучаемого вопроса.* При написании теоретической части недопустимо переписывание общеизвестных положений из учебников и ранее выполненных работ. Эти данные можно использовать с целью сравнения полученных результатов с известными.

В теоретической части дается описание технических требований к проектируемому объекту, на основании которых определяются внутренние и внешние параметры, вид функциональной зависимости. В том случае, если связь между выходными, внутренними и внешними параметрами известна не в виде явной зависимости, то они задаются в алгоритмической форме, например через численное решение системы уравнений. С учетом технических требований и выходных параметров определяются условия работоспособности. Разрабатывается методика проектирования (решения поставленной задачи). В случае, если могут быть приняты не реализуемые по технологическим, экономическим или иным соображениям параметры элементов системы, необходимо использовать итерационный алгоритм решения задачи.

### **5.6.1 Содержание теоретической части ДП специальности 220201**

Теоретическая часть ДП, посвященных разработке систем автоматического регулирования (САР), должна содержать составление и обоснование технического задания на разработку САР [1]:

- описание автоматизируемого объекта и его технические характеристики;
- технические требования к САР;
- анализ известных вариантов САР аналогичного назначения.

При разработке микропроцессорной системы программно-логического управления теоретическая часть может содержать:

- описание работы объекта автоматизации;
- определение задач и целей логического управления;
- анализ известных вариантов построения подобных систем;
- разработку технического задания на построение системы.

Содержание теоретической части ДП схемотехнической реализации устройства автоматики:

- описание входных и выходных сигналов;
- описание алгоритма работы устройства;
- сравнительный анализ возможных вариантов схемной реализации устройства.

### **5.6.2 Содержание теоретической части ДП специальности 210406**

В теоретической части ДП проводится аналитический обзор телекоммуникационных и информационных технологий, рассматриваемых в рамках ВКР:

- основы построения АСУТП;
- структура вычислительных сетей;
- проектирование сложных объектов и систем;
- основы сетевых технологий (SDH, ATM, LAN, WAN);
- типовые топологии и архитектуры сетей;
- базовые элементы сети и их функциональные возможности.
- основы технологий цифровой коммутации;
- принципы построения сетей беспроводной связи;
- современные алгоритмы коммутации и маршрутизации в сетях передачи данных.

В теоретической части ДР проводится аналитический обзор применяемых методов научных исследований:

- приводится описание рассматриваемых телекоммуникационных и информационных технологий с точки зрения их моделирования и исследования;

- описываются подходы к построению модели исследуемой системы, их сравнительный анализ с точки зрения адекватности;
- рассматриваются методы моделирования, проводится их сравнительный анализ на предмет наилучшего соответствия;
- оцениваются методы оптимизации, их применимость к решению оптимизационной задачи исследуемой системы с учетом выдвинутых требований и ограничений;
- рассматриваются методики тестирования, их особенности, производится выбор наиболее удачной.

При написании теоретической части все заимствованные из литературы положения и фактические данные должны сопровождаться ссылками на источник.

## **5.7 Проектная часть**

Основные направления проектной деятельности при выполнении ДП по специальности 220201 «Управление и информатика в технических системах»:

- проектирование архитектуры аппаратно-программных комплексов автоматических и автоматизированных систем контроля и управления общепромышленного и специального назначений в различных отраслях народного хозяйства;
- выбор аппаратно-программных средств для автоматических и автоматизированных систем контроля и управления объектами различной природы;
- разработка функциональной, логической и технической организации автоматических и автоматизированных систем контроля и управления, их технического, алгоритмического и программного обеспечения на основе современных методов, средств и технологий проектирования;
- разработка (на основе действующих стандартов) документации для различных категорий лиц, участвующих в регламентном эксплуатационном обслуживании средств и систем автоматизации и управления;
- разработка средств для тестирования и отладки аппаратно-программных комплексов;
- разработка программ и методик испытаний аппаратно-программных средств и систем автоматизации и управления;
- комплексирование технических и программных средств, создание аппаратно-программных комплексов систем автоматизации и управления.

Основные направления проектной деятельности при выполнении ДП по специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации»:

- разработка проектов коммутационных станций, узлов и сетей электросвязи;

- проектирование и модернизация отдельных устройств и блоков систем связи;
- разработка проектов направляющих систем электросвязи для различных участков телекоммуникационных сетей;
- проектирование и внедрение специальных технических и программно-математических средств защиты информации в телекоммуникационных системах;
- планирование реализации проекта с учетом внедрения новых телекоммуникационных и информационных технологий;
- сравнительный технико-экономический анализ различных вариантов построения и практического применения средств связи;
- разработка проектов технических условий, стандартов, технических описаний применительно к системам электросвязи.
- проведение экспертной оценки технических предложений, технических заданий и других документов, связанных с проектированием средств связи.

Рассматриваемая часть может состоять из нескольких разделов и занимает большую долю объема пояснительной записки (заголовок «Проектная часть» не пишется).

### **5.7.1 Содержание проектной части ДП специальности 220201**

При разработке САР должны быть освещены следующие вопросы [1]:

- составление структурной и функциональной схем САР;
- выбор измерительно-преобразовательных элементов;
- выбор исполнительных устройств;
- математическое описание объекта, измерительных преобразователей и исполнительных устройств;
- выбор закона автоматического управления;
- выбор автоматического управляющего устройства;
- расчет параметров настройки автоматического управляющего устройства;
- моделирование САР.

Проектная часть ДП по разработке микропроцессорной системы программно-логического управления может включать в себя:

- построение структурной схемы системы;
- составление общего алгоритма логического управления, определение требований к микропроцессору;
- разработку функциональной схемы системы, описание ее работы;
- выбор элементной базы и разработку принципиальных схем;
- моделирование работы схем с использованием пакетов программ;
- разработку алгоритмов и программного обеспечения системы.

Содержание проектной части ДП схемотехнической реализации устройства автоматизации:

- составление структурной схемы и описание функций ее узлов;
- выбор элементной базы для реализации узлов схемы;
- составление функциональной схемы;
- разработка принципиальной схемы;
- расчет параметров схемы;
- синтез схем цифровых узлов;
- расчет надежности устройства;
- моделирование на ЭВМ работы основных узлов схемы.

При проектировании системы телемеханики должны быть выполнены следующие виды работ:

- составление структурной схемы информационных потоков, разделение проектируемой системы на подсистемы и блоки, уточнение объемов передаваемой информации, ее характера на входах и выходах подсистем, оценка количественных параметров потоков информации;

- выбор и обоснование основных принципов построения системы, включающих выбор методов организации передач, разделения сигналов в системе, синхронизации работы устройств, отображения информации на диспетчерском пункте;

- построение рациональной структуры системы, при этом для упрощения проектируемой системы, увеличения ее надежности и улучшения обслуживания при эксплуатации целесообразно уменьшать взаимосвязи между подсистемами, делать их оперативную работу менее зависимой друг от друга; при выборе блоков и подсистем необходимо максимально использовать типовые устройства, выпускаемые промышленностью;

- составление алгоритмов функционирования и временных диаграмм работы подсистем, блоков и системы в целом;

- составление функциональных схем нестандартных блоков;

- выбор элементной базы, решение вопроса согласования ее с входными и выходными устройствами канала связи;

- составление принципиальных электрических схем блоков, узлов, систем.

Вопросы проектирования дискретных устройств рассмотрены в работах [2, 3]. Проектированию систем массового обслуживания посвящена работа [4]. Расчет систем автоматического регулирования приведен в работах [5, 6, 7]. Проектирование телекоммуникационных сетей рассматривается в работах [8, 9]. Методика и примеры расчета и конструирования печатных плат приведены в работе [10]. Автоматизация проектирования электронных схем иллюстрируется работами [11, 12]. Расчет электронных усилителей приведен в работе [13].

## 5.7.2 Содержание проектной части ДП специальности 210406

При проектировании средств телекоммуникации в проектной части ДП могут решаться следующие вопросы:

- описание объекта внедрения проектируемой или модернизируемой сети (индивидуально для каждого проекта);
- разработка архитектуры, структуры и топологии сети, обоснование выбора [14–23];
- определение требований к основным функциональным элементам [19, 24, 27, 28];
- сравнительный анализ и обоснование выбора аппаратуры [16, 19, 20, 24];
- описание и анализ основных модулей выбранной аппаратуры;
- составление спецификации для выбранной аппаратуры в каждом сетевом узле;
- расчет основных характеристик проектируемой системы: пропускной способности, нагрузки (на сеть, на сетевой элемент), вероятности блокировки, характеристик надежности элементов и сети в целом, включая обоснование выбора путей увеличения надежности (дублирование, резервирование, различные виды защиты) [16, 19, 20, 22–24];
- разработка алгоритмов конфигурирования аппаратного и программного обеспечения сетевых элементов;
- реализация программной настройки (программирование) сетевых элементов;
- разработка алгоритмов и описание основных модулей (структуры данных, наиболее важные функции, элементы графического интерфейса и т. д.) разработанного программного обеспечения (в случае соответствующей темы);
- разработка и описание протоколов взаимодействия элементов [8, 29];
- разработка алгоритмов технической эксплуатации, методик проведения испытаний, метрологического обеспечения системы [30–33].

В графическую часть проекта выносятся структурная и функциональная схемы, принципиальные схемы узлов и блоков, схемы алгоритмов, интерфейсов и протоколов обмена информацией.

В проектной части ДР описываются основные этапы проводимых научных исследований:

- приводится подробное описание математической модели [14, 15];
- рассматриваются виды, основные этапы и результаты моделирования [15, 18, 26];
- описывается формулировка и решение оптимизационной задачи [16, 25];
- рассматриваются основные положения методики тестирования, примеры ее применения [30–33].

## 5.8 Экспериментальная часть

В данном разделе рассматриваются вопросы организации, проведения и обработки результатов эксперимента (если таковой имеет место в процессе выполнения ВКР):

- реализация программной настройки (программирование) сетевых элементов;
- разработка и описание этапов процесса технической эксплуатации (организация и проведение измерений на сети, обработка результатов измерений и т. д.) [30–33].

Для экспериментальной части работы может быть рекомендована определенная структура:

- описание экспериментальной установки или применяемого метода;
- методика проведения эксперимента (планирование эксперимента);
- правила и меры безопасности при работе на экспериментальной установке;
- математическая обработка результатов эксперимента и их обсуждение;
- научное и практическое значение полученных результатов, технико-экономическая оценка разработанного образца (устройства).

В заключении экспериментальной части ДР проводятся итоговые расчеты, в которых вычисляются основные характеристики и параметры, которые являлись целью моделирования (оптимизации, исследования):

- пропускная способность сети и ее отдельных участков;
- распределение трафика по сетевым элементам и каналам связи;
- характеристики качества системы;
- вероятностные характеристики;
- показатели надежности исследуемой системы;
- количественные характеристики сетевых элементов (нагрузка, количество исходящих и входящих соединительных линий, количество модулей определенного типа и т. д.),
- определение возможностей масштабирования и расширяемости системы (запас, устойчивость, пороговые значения и т. д.).

Если выполненный эксперимент был многоплановым, включающим определение ряда характеристик или зависимостей с применением различных приборов или установок, то в начале экспериментальной части целесообразно привести общую схему эксперимента.

При использовании установки или прибора, ранее описанных в литературе, в записке приводится только их принцип действия. В том случае, если используется новая установка или прибор, то они описываются под-

робно. Во всех случаях необходимо сообщать точность производимых измерений и давать ссылки на литературный источник.

Методика эксперимента обычно приводится в записке полностью с указанием всех технологических параметров. При изложении методики должно быть обращено внимание на те операции или стадии, от которых зависит точность, достоверность и воспроизводимость результатов эксперимента.

Изложение правил и мер безопасности предусматривает описание приемов, гарантирующих безопасные условия работы при проведении эксперимента. При использовании общих правил и мер безопасности дается ссылка на соответствующие инструкции.

Численные значения, полученные в результате эксперимента, представляют собой внешнюю сторону исследуемого явления. Чтобы вскрыть его сущность, необходимо данные представить так, чтобы объективно существующая закономерность могла быть обнаружена и объяснена. Для этого полученные данные должны быть, в первую очередь, подвергнуты математической обработке, а затем соответствующим образом сгруппированы в удобном для анализа виде – таблиц, графиков, эмпирических формул и уравнений регрессии.

Обработка результатов эксперимента предусматривает анализ литературных и экспериментальных данных, их обсуждение и объяснение, а не простую констатацию фактов. При обсуждении результатов следует не только отметить это явление, а попытаться его объяснить, используя фундаментальные научные концепции.

Обсуждая результаты эксперимента, можно осветить:

- основные результаты работы;
- физическую сущность установленной закономерности изучаемого устройства, явления, процесса и т.п.;
- соответствие разработанного устройства, образца и т.п. или предложенного метода техническим требованиям, его преимущества и недостатки по сравнению с известным устройством, образцом и т.п.;
- возможную область использования результатов работы, их научное и практическое значение;
- вопросы, подлежащие дальнейшему изучению, возможные направления продолжения и развития работ по теме.

## **5.9 Специальная часть**

Специальная часть конструкторского проекта по своему содержанию представляет собой углубленную разработку одного из элементов инфор-

мационной или телекоммуникационной системы или системы автоматического регулирования.

Специальной частью конструкторского проекта может быть также исследование какого-либо вопроса, имеющего непосредственное отношение к теме дипломного проекта, но по объему недостаточного для того, чтобы явиться темой исследовательского проекта.

При выполнении этой части проекта следует обращать внимание на проектные решения, повышающие надежность проектируемого объекта, снижающие энергопотребление, повышающие точность измерения, скорость срабатывания, обеспечивающие защиту информации и т.д.

Специальная часть оформляется в виде отдельного раздела или подразделов общей части. Заголовок «Специальная часть» не пишется.

### **5.10 Конструкторско-технологическая часть**

Конструкторский раздел проекта может быть посвящен разработке конструкций прибора, печатной платы, печатного узла, общей компоновки устройства. В графической части проекта могут быть представлены:

- чертеж печатной платы разрабатываемого устройства;
- сборочный чертеж печатного узла;
- чертеж общего вида устройства (блока), стойки с оборудованием, коммутационной панели и т.д.
- чертеж размещения телекоммуникационного оборудования в помещении (линейно-аппаратном цехе, кроссовой, серверной и т.д.).

Технологический раздел проекта может включать в себя:

- разработку технологической схемы сборки, монтажа и испытания изделия;
- обоснование выбора оборудования и инструмента для сборки, монтажа и испытания изделия;
- описание состава работ, выполняемых в процессе эксплуатации изделия.

### **5.11 Раздел по охране труда и технике безопасности**

Этот раздел является самостоятельным разделом дипломного проекта. Раздел состоит из текстового и при необходимости графического материала. К графическому материалу относятся схемы защитных средств, графики, диаграммы, расчетные схемы и т.д. Объем текстовой части раздела – 8–15 страниц. Раздел может содержать:

- анализ условий труда работающих и их воздействия на организм человека при выполнении работ;
- комплекс мероприятий по защите работающих от действия опасных и вредных производственных факторов;

- расчеты, обосновывающие принятые в проекте мероприятия;
- расчеты освещенности и нежелательных явлений в помещениях – шума, вибраций и др.;

Задание по разделу выдается преподавателем-консультантом кафедры «Безопасность жизнедеятельности и рудничная вентиляция» в двухнедельный срок после получения задания на дипломное проектирование. Задание также может выдаваться руководителем проекта при условии обязательного согласования его с преподавателем-консультантом кафедры «Безопасность жизнедеятельности и рудничная вентиляция». При необходимости преподавателем-консультантом задание может быть скорректировано и уточнено в ходе дипломного проектирования.

Содержание раздела должно соответствовать теме дипломного проекта и быть его составной частью. В разделе приводится характеристика проектируемого объекта с точки зрения возможного действия на работающих потенциально опасных и вредных производственных факторов и разработка конкретных вопросов по технике безопасности, производственной санитарии, пожарной профилактике, организации рабочего места и других, связанных с темой проекта.

## **5.12 Организационно-экономический раздел**

Организационно-экономический раздел конструкторского проекта включает в себя разработку одного из следующих вопросов:

- технико-экономическое обоснование выбора одной из конструкций изделия и расчет годового экономического эффекта на стадии проектирования, изготовления, эксплуатации (по согласованию с кафедрой «Экономика и организация промышленного производства»);
- составление сметы затрат на проектирование, конструкторскую разработку, изготовление и испытание конструкции с технико-экономическим анализом принятых нормативов и сопоставление полученных проектных затрат с фактическими (по данным завода, ОКБ и других проектно-конструкторских организаций).

Содержание раздела должно соответствовать теме дипломного проекта и быть его составной частью. Раздел должен состоять из текстового (10–15 страниц) и графического материала. Один лист формата А1 с основными экономическими расчетами представляется к защите.

## **5.13 Заключение**

Заключение по своему содержанию подводит итоги выполненного исследования. Оно пишется в виде отдельных, но логически связанных друг с другом пунктов. Содержание каждого последующего пункта должно развивать и конкретизировать предыдущий пункт, при этом рекомендуется ис-

пользовать следующие словосочетания: «В работе исследовано..., установлено..., получено..., это обеспечивает..., это дает возможность...» и т. п.

В первом пункте заключения, как правило, сообщается, исследованию какого вопроса посвящена работа, во втором и последующих пунктах приводятся основные результаты работы, которые иллюстрируются численными значениями характеристик. Заканчивается заключение пунктом, в котором определена область возможного использования результатов работы и достигаемый при этом эффект.

Общее количество пунктов заключения обычно составляет не более 5–6, и оно должно занимать до 1,5 страниц.

#### **5.14 Список использованных источников**

Записка заканчивается списком, в котором перечисляются источники (книги, журнальные статьи, Web-сайты и др.), упоминаемые в работе и используемые студентом в процессе разработки темы проекта. Объем и содержание списка источников позволяют косвенным образом судить об умении студента находить и использовать информацию для решения конкретной задачи.

При составлении списка источников в него заносят только те источники, которые были использованы в процессе работы над темой и на которые в тексте записки сделаны ссылки.

#### **5.15 Приложения**

Приложения содержат фактический материал исследований: тексты программ, инструкции по их использованию, фотографии, протоколы экспериментов и т.п.

Примеры содержаний дипломных проектов различной тематики приведены в приложении В.

### **6 Исследовательские проекты и дипломные работы**

Основные направления научно-исследовательской деятельности при выполнении ДР по специальности 220101 «Управление и информатика в технических системах»:

- построение математических моделей технических систем, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления;
- разработка алгоритмического и программного обеспечения систем автоматизации и управления объектами различной физической природы;

– создание современных аппаратно-программных средств исследования, проектирования, технического диагностирования и промышленных испытаний средств и систем автоматизации и управления;

– создание и совершенствование методов моделирования, анализа и синтеза автоматических и автоматизированных систем контроля и управления объектами различной природы, в том числе с использованием современных компьютерных технологий.

Основные направления научно-исследовательской деятельности при выполнении ДР по специальности 210406 «Сети связи и системы коммутации»:

– применение методов анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей и составляющих их элементов;

– разработка и использование методов математического и физического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов и систем связи в целом;

– разработка планов, программ и методик проведения измерений параметров телекоммуникационных сетей и составляющих их элементов с широким использованием средств вычислительной техники;

– анализ и прогнозирование трафика, показателей качества функционирования и других параметров сетей электросвязи;

– анализ и прогнозирование развития, показателей качества функционирования и ряда других параметров телекоммуникационных сетей;

– проведение исследований с целью нахождения и выбора наиболее целесообразных практических решений по защите информации в телекоммуникационных системах.

Исследовательские проекты и дипломные работы состоят из разделов, определяемых в каждом отдельном случае в соответствии с характером темы. По возможности эти разделы должны содержать:

– обоснование выбранной темы и постановку задачи исследования;

– характеристику современного состояния той области техники, к которой относится исследование;

– основные направления и допущения, принятые при исследовании;

– метод решения поставленной задачи;

– методику проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных;

– рекомендации для практического использования полученных результатов;

– конструкторские разработки с необходимыми расчетами;

– расчет затрат на проведение научно-исследовательской работы (НИР);

– расчет экономической эффективности НИР.

Специальной частью исследовательского проекта является подробная разработка одного из разделов темы.

В области испытательных процессов исследовательские проекты должны быть направлены на повышение точности и надежности процессов и их контроля, широкое внедрение механизации и автоматизации, высвобождение ручного труда и исключение субъективных факторов при выполнении испытаний.

Темой этих проектов может быть также разработка принципиально усовершенствованных испытательных стендов и методов замера параметров испытываемых конструкций или систем.

В области средств связи и систем телекоммуникаций исследовательские проекты должны быть направлены на повышение эффективности, достоверности, скорости передачи, пропускной способности, широкое внедрение средств автоматизации в проектирование, создание системы управления средствами связи.

При технико-экономическом обосновании исследовательской темы необходимо показать значимость ее для решения задач научного, технического и экономического характера.

Студент должен продумать следующие вопросы:

- С чем связана необходимость постановки данной исследовательской работы, каковы ее цели?
- В чем заключается актуальность и новизна исследований?
- Какие научные и технические задачи должны быть решены в результате выполнения темы?
- Какие прогрессивные методы обработки результатов исследований целесообразно применять?
- Где и в какой форме могут быть использованы результаты работы?
- Какова предполагаемая технико-экономическая эффективность НИР?

Если в результате выполнения исследовательской работы должны быть выработаны конкретные рекомендации по совершенствованию существующего или разработке нового технологического процесса изготовления изделия, то в этом разделе необходимо также ответить на следующие вопросы:

– Чем с технической и экономической точки зрения не удовлетворяет существующий технологический процесс производства данного изделия (при этом должен быть дан анализ качества изделия с позиций эксплуатационных характеристик: используемых материалов – с позиций стоимости, дефицитности; применяемого оборудования – с позиций стоимости, энергоемкости, производительности, занимаемой площади, условий труда, степени механизации и автоматизации производства, себестоимости изделия и т.д.)?

– На какие технико-экономические показатели производства должны повлиять результаты НИР (например, снижение себестоимости изделия, повышение качества изделия, снижение брака, улучшение условий труда, повышение надежности, степени механизации и автоматизации и т.д.)?

## **7 Оформление пояснительной записки**

### **7.1 Общие требования**

Настоящие требования к пояснительной записке дипломного проекта (работы) разработаны в соответствии с ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 7.32–2001 «Система стандартов по информатизации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Пояснительная записка (ПЗ) пишется от руки чернилами, пастой или тушью черного, синего или фиолетового цвета (высота строчных букв и цифр не менее 2,5 мм) или печатается на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков от 1,8 до 2,5 мм (кегель 12–14). Допускается для выделения терминов, формул и т.п. использовать шрифты разной гарнитуры.

Необходимо соблюдать следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее, левое и нижнее – 20 мм.

Страницы ПЗ следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту ПЗ, включая приложения. Номер страницы проставляется в центре нижней части листа без точки.

Титульный лист и задание включают в общую нумерацию страниц, но номера страниц на них не проставляют. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

### **7.2 Построение пояснительной записки**

Пояснительная записка состоит из перечисленных в разделе 4 структурных элементов. Наименования структурных элементов «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» служат заголовками структурных элементов ПЗ. Они печатаются строчными буквами, начиная с прописной, симметрично вертикальной оси текстового поля и выделяются полужирным шрифтом.

Основная часть ПЗ разбивается на разделы. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений. Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки. Заголовки разделов печатаются строчными буквами, начиная с прописной, с абзацного отступа (5 пробелов), без точки в конце и выделяются полужирным шрифтом, не подчеркивая. Переносы слов в заголовке не допускаются. Если заголовки состоят из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел, а также структурные элементы «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» следует начинать с нового листа.

Разделы разбиваются на подразделы. Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. При этом номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Заголовки подразделов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая, и выделять полужирным шрифтом. Слова «раздел», «подраздел» в заголовках не пишутся.

Подразделы разбиваются на пункты. Пункты нумеруются внутри подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, в конце точка не ставится. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется, и тогда номер пункта состоит из номеров раздела и пункта.

### **Пример:**

#### **1 Технические требования**

- 1.1 } Нумерация пунктов первого раздела
- 1.2 }
- 1.3 }

#### **2 Методы испытания**

##### **2.1 Аппараты и материалы**

- 2.1.1 } Нумерация пунктов первого подраздела второго раздела
- 2.1.2 }
- 2.1.3 }

##### **2.2 Подготовка к испытанию**

- 2.2.1 } Нумерация пунктов второго подраздела второго раздела
- 2.2.2 }
- 2.2.3 }

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь нумерацию в пределах каждого пункта, например 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждым перечислением следует ставить тире или, при необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь), после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

## Пример

а)

б)

1)

2)

в)

Расстояние между заголовками и текстом должно быть 10 мм. Такое же расстояние выдерживается между заголовками раздела и подраздела. Расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком подраздела должно быть 15 мм.

Текст ПЗ должен быть разбит на абзацы. Каждый абзац должен начинаться с абзацного отступа и заключать в себе какую-либо законченную мысль.

### 7.3 Термины. Сокращения. Написание математических формул

Терминология, используемая в ПЗ, должна быть единой и соответствовать принятым стандартам.

Если в тексте ПЗ часто употребляется какое-нибудь понятие, то вместо него можно использовать аббревиатуру – сокращение, составленное из начальных букв этого понятия. Допускается при большом количестве сокращений составлять список принятых сокращений и помещать его перед содержанием ПЗ.

В ПЗ могут использоваться общепринятые сокращения в русском языке (ГОСТ 7.12–93), например РФ, и специальные сокращения, принятые в технической литературе: АСК, ИП, АЦП и другие, для них должны приводиться полные наименования при первом употреблении.

Могут быть сокращены приводимые в ПЗ надписи, непосредственно наносимые на изготавливаемые изделия и выделяемые в тексте шрифтом, например: ВКЛ., ОТКЛ.

Не допускаются следующие сокращения: напр. – например, п.ч. – потому что, т.к. – так как, т.н. – так называемый, т.о. – таким образом, м.б. – может быть и другие.

Условные буквенные обозначения физических величин должны соответствовать системе ГОСТ 8.417–81.

В формулах в качестве символов следует использовать буквы русского, латинского и греческого алфавитов, не применяя одинаковые буквы для обозначения разных параметров.

Формулы в тексте используются для пояснения физических процессов и получения аналитических зависимостей или же для выполнения расчетов. Формулы должны иметь ссылку на источник, откуда они взяты.

Формулы, как правило, должны располагаться отдельными строками. Несложные нумерованные формулы допускается помещать в тексте.

В формулах, используемых для пояснения физических процессов, символы, употребляемые впервые, подлежат расшифровке. Расшифровка каждого символа начинается с новой строки в той же последовательности, в которой символ приведен в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Например: «...Уравнение преобразования АЦП имеет следующий вид:

$$t_x = N_x T_0,$$

где  $t_x$  – преобразуемый интервал времени;  $N_x$  – количество импульсов, записанных в счетчик СТ2;  $T_0$  – период следования тактовых импульсов».

При выполнении вычислений каждый расчет должен состоять из четырех позиций, разделенных знаками равенства:

- условного обозначения вычисленной величины;
- формулы, по которой производится расчет;
- числового значения всех аргументов, входящих в эту формулу, без указания размерности;
- результата с указанием размерности.

Например: «...Преобразуемый интервал времени

$$t_x = N_x T_0 = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ с}».$$

Двоеточие ставится перед формулой только тогда, когда этого требует построение текста до формулы.

После формулы ставится тот знак препинания, которого требует построение фразы: если формулой заканчивается фраза, то ставится точка; если заканчивается главное предложение, то – запятая. Между идущими подряд формулами ставится точка с запятой.

Точка на средней линии как знак умножения не ставится перед буквенными обозначениями физических величин и между ними, перед скобками и после них, между сомножителями в скобках, перед дробными выражениями и после них или между несколькими дробями, написанными через горизонтальную черту, перед знаками радикала, интеграла, а также перед тригонометрической функцией.

Знак умножения в виде точки следует применять между числовыми сомножителями или между аргументом тригонометрической функции и буквенным обозначением, а также для отделения сомножителей от выражений, относящихся к знакам логарифма, радикала и т.п.

При этом, если вслед за тригонометрической функцией, радикалом, логарифмом и т. п. помещается сомножитель, представляющий собой буквенное выражение, то рекомендуется, если это не нарушает определенной последовательности, стройности вывода или математического анализа, поменять местами сомножители и этим освободиться от знака умножения.

Знак умножения в виде косо́го креста применяется чаще всего для размеров, между числовыми сомножителями в формулах, при переносе формулы с одной строки на другую на знаке умножения, для векторного произведения векторов.

Знак корня (радикала) следует писать так, чтобы его горизонтальная черта полностью накрывала все подкоренное выражение.

Многоточие внутри формулы применяется в виде трех точек на нижней линии строки. Запятые (при перечислении величин), а также знаки сложения, вычитания и равенства ставят перед многоточием и после него.

Если в тексте имеется более одной формулы и на них есть ссылки в тексте, то их нумеруют. Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах всего текста ПЗ. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделённых точкой, и указывается в скобках с правой стороны листа на уровне формулы в крайнем правом положении на строке. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы даются в скобках. Ссылки следует начинать со слов «формула», «выражение», «уравнение». Например: «...в формуле (2.11) приведены...».

Размерность одного и того же параметра в пределах ПЗ должна быть постоянной.

Обозначение единиц следует применять в тексте после числовых значений величин и помещать в строку с ними (без переноса всего обозначения или его части в следующую строку). Между последней цифрой и буквенным обозначением единицы следует оставлять пробел.

При указании численных значений величин с предельными отклонениями их следует заключать в круглые скобки и обозначение единицы измерения помещать после скобки. Можно также обозначения единиц представлять и после числового значения величины, и после ее предельного отклонения; в этом случае скобки не нужны. Если приводят ряд цифровых величин одной размерности, то единицу измерения указывают только после последнего числа ряда. Например: 2,5; 3,0; 5,0 мм.

Буквенные значения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии как знаками умножения. Допускается применять обозначения единиц в виде произведения, каждый из сомножителей которого возведен в положительную или отрицательную степень.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться только косая или горизонтальная черта. При этом, если для одной единицы, входящей в отношение, установлено обозначение в виде отрицательной степени (например:  $\text{с}^{-1}$ ,  $\text{м}^{-1}$ ), то применять косую или горизонтальную черту не допускается. При применении косой черты обозначения единиц в числителе и знаменателе следует помещать в строку, а произведение обозначений единиц в знаменателе следует заключать в скобки.

При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, т.е. для одних единиц приводить обозначения, а для других – наименования.

Применять буквенные обозначения единиц измерения следует только после числовых значений величин. В тексте без цифр нужно употреблять наименования единиц, например: «Сопротивление цепи указано в омах».

#### **7.4 Иллюстрации. Таблицы**

ПЗ должна быть снабжена иллюстрациями (рисунками, схемами, графиками, фотографиями и т.п.), количество которых должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации располагаются либо на отдельных листах, либо в разрыве текста на расстоянии 15 мм от его ближайших строк.

Все иллюстрации в записке называются рисунками. Рисунки нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка в разделе, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных.

Пример: Рисунок 1 – Схема генератора.

На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте ПЗ. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например: «Рисунок Б2».

Если иллюстрация состоит из нескольких отдельных изображений, то их располагают слева направо и сверху вниз. Нумерация изображений производится строчными буквами русского алфавита под каждым из них, посередине. Ссылки на отдельные изображения приводятся с указанием соответствующих букв, отделяемых от номера рисунка запятой, например: «рисунок 2.11,б». По содержанию все иллюстрации делятся на четыре группы.

К первой группе относятся иллюстрации, поясняющие принцип работы изделий (схемы, рисунки, фотографии). Везде, где можно, на иллюстрациях первой группы должны применяться стандартные обозначения.

Ко второй группе относятся иллюстрации, поясняющие алгоритмы функционирования. Они выполняются в соответствии с ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85) «ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила оформления».

К третьей группе относятся иллюстрации, поясняющие физические процессы (временные диаграммы, графики). При их выполнении следует руководствоваться следующими правилами:

- координатные линии выполняются сплошной линией без стрелок, если они являются числовыми осями, если же на линиях не указываются числовые значения аргумента и функции, то направление их возрастания указывается стрелками;

- обозначения координатной линии пишется сверху после ее окончания, а размерность указывается рядом после запятой;

- линии графика могут выполняться цветной тушью (фломастерами);

- цифры, обозначающие масштаб шкал по координатным линиям, ставятся вне контура (масштабы, кратные 3 и 4, не рекомендуются);

- обозначения и единицы измерения пишутся вместо последнего числа шкалы.

К четвертой группе относятся электрические схемы (чертежи). Они должны быть идентичны изображениям на соответствующих схемах и подписываются, как иллюстрации. Элементы электрических схем выполняются обязательно с соблюдением требований ГОСТ 2.710–81...2.797–81.

При проведении трудоемких расчетов рекомендуется результаты расчетов свести в таблицы. Таблицы бывают также необходимы при проведении анализа какого-либо вопроса.

Каждая таблица должна состоять из головки, боковика, горизонтальных рядов (строк) и граф (колонок). Таблицам рекомендуется давать тематические заголовки (названия).

Для всех таблиц, так же как для формул и рисунков, применяется сквозная нумерация арабскими цифрами. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в разделе, разделенных точкой.

Если в ПЗ одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1». Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например: «Таблица А1».

Пример оформления таблицы приведен на рисунке 7.1.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте ПЗ. При ссылке на таблицу слово «таблица» в тексте пишется полностью, например: «...в таблице 1 указаны...».

Таблица, как правило, размещается в тексте после первого упоминания о ней. Продолжение таблицы допускается переносить на другой лист ПЗ, при этом ее головка повторяется, а над ней слева помещаются слова «Продолжение табл. ...» с указанием номера таблицы.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

|         |         |  |                 |  |                       |
|---------|---------|--|-----------------|--|-----------------------|
| Головка |         |  |                 |  | Заголовки граф        |
|         |         |  |                 |  |                       |
|         |         |  |                 |  | Строки                |
|         |         |  |                 |  | (горизонтальные ряды) |
|         |         |  |                 |  |                       |
|         | Боковик |  | Графы (колонки) |  |                       |

Рисунок 7.1 – Пример оформления таблицы

Заголовки граф таблицы должны начинаться с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Если подзаголовки имеют самостоятельное значение, то они должны начинаться с прописных букв. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставятся. Заголовки указываются в единственном числе. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы – не менее 8 мм. Если необходимо, то графы нумеруются.

При заполнении таблиц необходимо помнить, что:

- таблица не должна иметь графу «№ п/п»;
- если цифровые данные, размещенные в таблице, имеют одну размерность, то сокращенное наименование единиц измерения помещают над таблицей в заголовок таблицы;
- заголовки и подзаголовки граф допускается заменять буквенными обозначениями величины, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях;
- если цифровые данные в различных графах таблицы имеют неодинаковую размерность, ее сокращенное обозначение размещается в заголовке каждой графы после запятой, например: « $U_{\text{вых}}$ , В» или «Выходное напряжение, В» и т.д.;
- если цифровые данные одной строки имеют одну размерность, она указывается в боковике соответствующей строки;
- слова «более», «не более», «менее», «не менее», «в пределах» следует помещать рядом с наименованием соответствующего параметра или показателя (после размерности), в заголовке строки или заголовке графы;
- при повторении текста в графе, если он состоит из одного слова, допускается заменять его кавычками; но если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то допускается при первом повторении писать «То же», а далее – ставить кавычки;
- ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, ма-

тематических и химических символов нельзя;

- записи в таблицах не должны пересекаться с линиями, разграничивающими строки и графы;

- если запись произведена в несколько строк, то записи в последующих графах, размещенные в одну строку, начинаются на уровне последней строки записи предыдущей графы;

- числовые величины в одной графе должны иметь одинаковое количество десятичных знаков, дробные числа записываются в виде десятичных дробей, за исключением величин, записываемых в дюймах.

## **7.5 Расчеты**

Порядок расчетов определяется характером рассчитываемых величин. В общем случае расчеты должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить);
- данные для расчета;
- условия расчета;
- расчет;
- заключение.

Эскиз или схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом изделии.

Для систем телекоммуникаций необходимо произвести расчет следующих параметров и характеристик:

- расчет характеристик линий связи (ширина пропускания (затухания));
- спектральный анализ сигналов;
- расчет конфигурации локальных сетей;
- характеристики коммутационных элементов (скорость фильтрации, скорость продвижения пакетов, объем буферов).

## **7.6 Список использованных источников**

Список использованных источников начинают с новой страницы и включают в него все использованные в ходе проектирования источники. Источники располагаются в алфавитном порядке по первым буквам фамилий авторов или названий источников. Они пишутся с абзацного отступа строчными буквами (первая прописная) и нумеруются арабскими цифрами. Сведения о каждом источнике включают в себя 7 элементов:

- Порядковый номер источника. Обозначается арабской цифрой без точки.

- Фамилию в именительном падеже и инициалы автора. После фамилии ставится запятая. Если книга написана несколькими авторами, то указываются фамилия и инициалы только первого из них.

- Наименование работы. Записывается строчными буквами (кроме первой заглавной) и заканчивается двоеточием, после которого указывает-

ся вид издания (учебное пособие, учебник, методические указания). После наименования или вида издания точка не ставится. Далее ставится косая черта и перечисляются через запятую фамилии всех авторов. Инициалы авторов ставятся перед фамилиями. Если авторов больше трех, допускается указывать фамилию первого автора, затем ставится [и др.]. В конце ставится точка и тире.

– Место издания (город). Приводится полностью в именительном падеже, и ставится двоеточие. Допускается сокращенное название только двух городов – Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб.).

– Наименование издательства. Указывается строчными буквами (кроме первой заглавной) без кавычек, и ставится запятая.

– Год издания (арабскими цифрами, без слова «год»), ставятся точка и тире.

– Количество страниц (арабскими цифрами), затем пишется строчная буква «с.» с точкой.

Для журнальных статей после третьей позиции ставится знак из двух косых линий и записывается название журнала строчными буквами (кроме первой заглавной), после названия ставится точка и тире. Далее арабскими цифрами указывается год издания (без слова «год») и после точки и тире номер журнала (со знаком №), прописная буква «С.» с точкой, номер страницы арабскими цифрами с точкой.

Если на титульном листе книги не указываются фамилии и инициалы авторов, то вначале приводится наименование работы, затем ставится косая черта (/) и указываются инициалы и фамилии лиц, которые выполнили редакцию книги или являются ее составителями («Под ред. ...»; «Сост. ...»). Остальные позиции заполняются аналогично ранее рассмотренному способу.

При ссылке в тексте ПЗ на использованную литературу в квадратных скобках арабскими цифрами указывается порядковый номер источника в соответствии со списком литературы, например: «...как следует из работы [5], частота следования...». В случае, если ссылка дается на несколько источников, запись производится следующим образом: «...из работ [5, 7, 11]».

Пример оформления списка использованных источников приведен в приложении Б.

## **7.7 Приложения**

В приложения, как правило, выносятся блок-схемы алгоритмов и распечатки программ, таблицы вспомогательных цифровых данных, протоколы испытаний, градуировок и т.п.

Приложения располагаются в конце ПЗ после списка использованных источников.

В тексте ПЗ на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте ПЗ.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

## 8 Выполнение графических материалов

При проектировании разрабатывается комплект конструкторской документации, дающей полное представление о проектируемом изделии.

При выполнении дипломного проекта, как правило, разрабатываются графические материалы четырех типов:

- чертежи – документы, определяющие конструкцию изделия, его очертания и размеры, а также сведения, необходимые для разработки, изготовления, контроля и установки его на месте применения;

- схемы – документы, на которых показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними;

- схемы алгоритмов, программ, данных и систем – документы, на которых в виде символов и соединяющих линий отображается путь данных, последовательность операций в программе, взаимодействие программ и ресурсов (ГОСТ 19.701–90);

- плакаты – документы, содержащие дополнительные данные о проектируемом изделии.

Количество чертежей, схем, плакатов должно быть таким, чтобы они полностью поясняли спроектированный агрегат или систему, обеспечивали иллюстрацию доклада при защите и позволяли выявить умение студента владеть приемами технического черчения. Число чертежей и схем должно быть не менее 8 листов формата А1 плюс плакат по экономике.

### 8.1 Общие правила выполнения графических материалов

*Форматы.* Графические материалы выполняют на листах бумаги стандартных форматов. Форматы разделяются на основные и вспомогательные (ГОСТ 2.301–68). Обозначения и размеры основных форматов:

| Обозначение формата        | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
|----------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Размеры сторон формата, мм | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |

Дополнительные форматы, образующиеся увеличением коротких сторон основных форматов приведены в таблице 8.1.

Обозначение дополнительного формата состоит из обозначения основного формата и кратности, например, А0×2, А1×4 и т.п. Допускается размещать несколько форматов на одном листе.

Таблица 8.1

| Кратность | Формат    |          |          |          |          |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
|           | А0        | А1       | А2       | А3       | А4       |
| 2         | 1189×1682 |          |          |          |          |
| 3         | 1189×2523 | 841×1783 |          |          |          |
| 4         |           | 841×2378 | 594×1261 | 420×891  | 297×630  |
| 5         |           |          | 594×1682 | 420×1189 | 297×841  |
| 6         |           |          | 594×2102 | 420×1486 | 297×1051 |
| 7         |           |          |          | 420×1783 | 297×1261 |
| 8         |           |          |          | 420×2080 | 297×1471 |
| 9         |           |          |          |          | 297×1682 |
| 10        |           |          |          |          | 297×1892 |

*Масштабы.* Масштабом называется отношение линейных размеров изображения изделия на чертеже к его действительным размерам. Независимо от масштаба изображения на чертеже всегда указывают истинные размеры изделия. Масштаб изображения на чертеже согласно ГОСТ 2.302–68 должен выбираться из следующего ряда:

|                         |     |       |     |     |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|-----|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
| Масштаб<br>уменьшения   | 1:2 | 1:2,5 | 1:4 | 1:5 | 1:10 | 1:15 | 1:20 | 1:40 | 1:50 | 1:75 | 1:100 |
| Натуральная<br>величина | 1:1 |       |     |     |      |      |      |      |      |      |       |
| Масштаб<br>увеличения   | 2:1 | 2,5:1 | 4:1 | 5:1 | 10:1 | 15:1 | 20:1 | 40:1 | 50:1 | 75:1 | 100:1 |

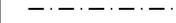
Масштаб изображения указывается в основной надписи в графе «Масштаб» по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т.п.

Если масштаб какого-либо изображения на чертеже отличается от указанного в основной надписи, то масштаб такого изображения записывается над изображением с добавлением буквы М, например, М5:1.

*Линии.* Графические материалы должны выполняться линиями, установленными ГОСТ 2.303–68 и ГОСТ 2.701–76.

Толщина сплошной толстой основной линии  $S$  выбирается в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от сложности изображения и от величины формата. Толщина других линий, а также наименование, начертание и основное назначение линий приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2

| Наименование и начертание          | Относительная толщина линий  | Основное назначение  |
|------------------------------------|--|--|
| 1. <del>Толстая</del> — основная   | $S$  | Внутренняя рамка формата, головка и графы таблицы.<br>На чертежах: линии видимого контура, линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза).<br>На схемах: линии выделения устройств, имеющих самостоятельные принципиальные схемы, линии групповой связи (при необходимости).<br>На кинематических схемах: валы, оси, шатуны, кривошипы |
| 2. Тонкая                          | От $S/3$ до $S/2$<br>     | Внешняя рамка формата, строки таблицы.<br>На чертежах: линии размерные, выносные, штриховки, контура наложенного сечения, линии выноски, полки линий выносок, линии подчеркивания надписей, изображение резьбы.<br>На схемах: линии связи, линии условных графических изображений  |
| 3. Волнистая                       | От $S/3$ до $S/2$<br>   | На чертежах: линии обрыва, линии разграничения вида и разреза  |
| 4. Тонкая с изломом                |                         | На чертежах: длинные линии обрыва  |
| 5. Штриховая                       | От $S/3$ до $S/2$<br>   | На чертежах: линии невидимого контура.<br>На электрических схемах: механические, гидравлические, пневматические и другие линии связи, экранирование  |
| <del>6. Разомкнутая</del>          | От $S$ до $3/2 S$  | На чертежах: линии сечений   |
| 7. Штрихпунктирная тонкая          | От $S/5$ до $S/2$<br>   | На чертежах: линии осевые и центровые.<br>На схемах: линии выделения устройств и функциональных групп, не имеющих самостоятельной принципиальной схемы, линии разделения элементов по постам, помещениям, линии выделения элементов, не входящих непосредственно в данное изделие, но сопряженных с ними   |
| 8. Штрихпунктирная утолщенная      | От $S/2$ до $2/3 S$<br> | На чертежах: линии для изображения наложенных проекций, линии обозначения поверхностей, подлежащих термообработке или покрытию   |
| 9. Штрихпунктирная с двумя точками | От $S/3$ до $S/2$<br>   | На чертежах: линии сгиба на развертках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях, линии для изображения развертки, совмещенной с видом  |

Основные надписи и дополнительные графы к ним. Основную надпись выполняют на всех листах графических материалов. Располагают основную надпись в правом нижнем углу формата, а на формате А4 – вдоль короткой стороны листа.

Форма основной надписи представлена на рисунке 8.1.

Формы основных надписей установлены ГОСТ 2.104–68.

В графах основной надписи (номера граф на рисунке отмечены в скобках) указывают:

в графе 1 – наименование изделия, а также наименование документа, если документу присвоен код;

в графе 2 – обозначение документа, структуру обозначения (ГОСТ 2.201–80) в учебном варианте ПГТУ, АТ.01-1.12.007 ЭЗ, что означает: дипломник – студент группы АТ-01-1, числится под номером 12 в списке группы, 007 – порядковый номер документа, ЭЗ – шифр схемы (схема электрическая принципиальная). Или ПГТУ, ТК.01-з.05.002 – разработчик – студент группы ТК-01з, номер в списке – 5, обозначение чертежа детали с порядковым номером 002;

в графе 3 – обозначение материала изделия (графу заполняют только на чертеже детали);

в графе 4 – литер, присвоенный данному документу;

в графе 5 – масштаб, без указания буквы М;

в графе 6 – порядковый номер листа;

в графе 7 – общее количество листов;

в графе 8 – название учебного заведения, кафедры (ПГТУ, АТ);

в графе 9 – участников процесса проектирования;

в графе 10 – фамилии лиц, подписавших графические материалы;

в графе 11 – подписи лиц, указанных в графе 10;

в графе 12 – дату подписания документа.

|        |  |  |  |                             |  |            |         |    |
|--------|--|--|--|-----------------------------|--|------------|---------|----|
|        |  |  |  | ПГТУ, АТ.01-1.12.007 ЭЗ (2) |  |            |         |    |
|        |  |  |  | Литер                       |  | Масса      | Масштаб |    |
|        |  |  |  | (4)                         |  | (5)        |         |    |
|        |  |  |  | Лист (6)                    |  | Листов (7) |         |    |
|        |  |  |  | (9)                         |  | (10)       |         |    |
|        |  |  |  | (11)                        |  | (12)       |         |    |
|        |  |  |  | Н. контр.                   |  | 17         |         |    |
|        |  |  |  | Утв.                        |  |            |         |    |
|        |  |  |  | (3)                         |  | ПГТУ, АТ   |         |    |
|        |  |  |  |                             |  | (8)        |         |    |
| 10 3В7 |  |  |  | 70                          |  |            | 15      | 18 |
|        |  |  |  | 185                         |  |            | 50      |    |

Рисунок 8.1 – Основная надпись

Дата в основной надписи (графа 12) заполняется тремя парами цифр, разделенных точками, например: 25.05.06 г.

*Чертежные шрифты.* Надписи на графических материалах выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–81. Цвет букв и цифр должен быть черным. Размер шрифта  $h$  определяется высотой цифры и прописной буквы в миллиметрах. Установлены следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 40. Применять шрифт 1,8 не рекомендуется. Толщина линий шрифта  $d$  зависит от типа и размера шрифта. Установлены следующие типы шрифтов:

- тип А без наклона ( $d = 1/14 h$ );
- тип А с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/14 h$ );
- тип Б без наклона ( $d = 1/10 h$ );
- тип Б с наклоном около  $75^\circ$  ( $d = 1/10 h$ ).

Таблица 8.3

| Параметр шрифта<br>типа Б               | Обозначение | Относительный<br>размер | Размер, мм |      |     |      |      |      |
|---|-------------|-------------------------|------------|------|-----|------|------|------|
|   |             |                         | 2,5        | 3,5  | 5,7 | 7,0  | 10,0 | 14,0 |
| Высота прописных букв                   | $h$         | $(10/10) h$             | 2,5        | 3,5  | 5,7 | 7,0  | 10,0 | 14,0 |
| Высота строчных букв                    | $c$         | $(7/10) h$              | 1,8        | 2,5  | 3,5 | 5,0  | 7,0  | 10,0 |
| Расстояние между буквами                | $a$         | $(2/10) h$              | 0,5        | 0,7  | 1,0 | 1,4  | 2,0  | 2,8  |
| Минимальный шаг строк                   | $b$         | $(17/10) h$             | 4,3        | 6,0  | 8,5 | 12,0 | 17,0 | 24,0 |
| Минимальное расстояние<br>между словами | $e$         | $(6/10) h$              | 1,5        | 2,1  | 3,0 | 4,2  | 6,0  | 8,4  |
| Толщина линий шрифта                    | $d$         | $(1/10) h$              | 0,25       | 0,35 | 0,5 | 0,7  | 1,0  | 1,4  |

Высота строчных букв и другие параметры шрифта приведены в таблице 8.3.

В пояснительных записках для надписей на графических материалах рекомендуется шрифт типа Б с наклоном около  $75^\circ$ .

## 8.2 Общие требования к выполнению чертежей

При дипломном проектировании, как правило, разрабатываются чертежи общего вида, сборочные чертежи и чертежи деталей. Иногда разрабатываются габаритные, монтажные и электромонтажные чертежи. Общие правила выполнения чертежей содержатся в стандартах третьей группы ЕСКД.

Основным содержанием любого чертежа являются изображения.

Правила выполнения и оформления изображений на чертежах определены ГОСТ 2.305–68. На чертежах технических изделий изображения строятся по методу прямоугольного проецирования.

По содержанию изображения разделяют на виды, разрезы и сечения.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности изделия. Допускается на видах показывать и невидимые части

поверхности изделия тонкими штриховыми линиями, если это уменьшает количество изображений.

Разрез – изображение изделия, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Допускается изображать не все расположенное за секущей плоскостью, если это не влияет на ясность изображения и не мешает пониманию конструкции изделия.

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении изделия одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Штриховка сечений металлических деталей выполняется в соответствии с ГОСТ 2.306–68 тонкими линиями, наклоненными вправо или влево под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа или к линии контура изображения, или к оси изображения. Если при этом линии штриховки оказываются параллельными линиям контура или оси, то угол наклона линий штриховки может быть равен  $30$  или  $60^\circ$ . Расстояние между линиями штриховки (частота или шаг) следует брать от 1 до 10 мм: чем больше площадь штриховки, тем больше и шаг.

Сечения одной и той же детали на всех изображениях должны иметь одинаковую штриховку.

Штриховка смежных (соприкасающихся) сечений различных деталей должна иметь различные направления, а при необходимости неодинаковый шаг.

С помощью штриховки сечений обозначают и материалы изделий. Штриховка сердечников магнитопроводов выполняется по ГОСТ 2.416–68.

### **8.2.1 Чертеж общего вида**

Чертеж ОВ – документ, определяющий конструкцию (устройство) изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Он служит основанием для разработки конструкторской документации на изделие.

В общем случае чертеж общего вида должен содержать:

- изображения изделия (виды, разрезы, сечения и др.);
- текстовую часть и надписи, необходимые для понимания устройства и принципа работы изделия;
- наименования (и обозначения) составных частей изделия;
- размеры (габаритные, присоединительные, установочные) и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);
- схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;
- технические характеристики изделия, если это необходимо (текстом или в виде таблиц).

Выполнение чертежа общего вида изделия целесообразно вести в определенной последовательности. При этом рекомендуется предварительную разработку выполнять на миллиметровой бумаге.

Основными этапами работы можно считать следующие:

- определение количества и содержания изображений;
- выбор масштаба изображений, определение формата и количества (ориентировочно) листов чертежа;
- компоновка первого листа чертежа общего вида и последующих листов (ориентировочно);
- выполнение изображений изделия в тонких линиях, нанесение размеров;
- уточнение изображений и обводка;
- нанесение линий-выносок, надписей и номеров позиций составных частей изделия;
- написание текстовой части, оформление спецификации и основной надписи.

Чертеж общего вида выполняется на одном или нескольких форматных листах. Количество листов зависит от габаритных размеров изделия и принятого масштаба изображений, наличия таблиц, текста и других факторов. Использование рулонной чертежной бумаги позволяет составить необходимый формат и уменьшить количество листов чертежа, но чертежи больших размеров неудобны в обращении и хранении. Каждый лист чертежа должен иметь стандартные размеры, рамки и основную надпись.

На первом листе чертежа общего вида необходимо кроме изображений изделия разместить наименования и обозначения составных частей изделия (желательно в виде таблицы), а также текстовую часть (при необходимости). Места для текста и таблиц пока резервируются в виде прямоугольников над основной надписью.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений и др.) на чертеже должно быть минимальным, но обеспечивающим полное представление об изделии при использовании установленных стандартами условных обозначений и надписей.

Главное изображение изделия (на фронтальной плоскости проекций) должно давать наиболее полную информацию о форме и устройстве изделия. На главном изображении изделие должно быть показано в функциональном положении. Длинные (высокие) изделия, функциональное положение которых вертикально, можно изображать в горизонтальном положении, при этом нижнюю часть изделия размещать справа.

Для сборочных единиц главное изображение является обычно фронтальным разрезом, простым или сложным, полным или частичным.

Другие изображения изделия (виды, разрезы, сечения) желательно располагать в непосредственной проекционной связи с главным. Однако для сложных изделий этого выдержать не удастся и необходимые изобра-

жения размещаются на свободных местах поля чертежа и других листах чертежа общего вида. В этом случае указывается номер листа, на котором выполнено сечение или выносной элемент.

Изображения на чертеже общего вида выполняются с максимальными упрощениями, установленными ГОСТ 2.305–68, 2.109–73 и др.

Наименования (и обозначения) составных частей изделия указывают на чертеже общего вида одним из следующих способов:

а) текстом в две строки над полкой линии-выноски и под ней около изображений изделия;

б) в таблице, размещаемой на том же листе чертежа, что и изображения изделия (над основной надписью выше текстовой части). Этот способ предпочтительнее;

в) в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4 в количестве последующих листов чертежа общего вида (если количество составных частей велико).

Линии-выноски, отводимые от составных частей изделия, заканчиваются на них точкой. Эти линии не должны пересекаться между собой и, по возможности, с размерными линиями, а также не должны быть параллельны линиям штриховки. Допускается при необходимости выполнять линии-выноски с одним изломом, а также проводить от одной полки две-три линии-выноски. Полки линий-выносок располагают вне контура изображения параллельно основной надписи чертежа и группируют в строку или колонку.

Номера позиций, под которыми составные части изделия помещены в таблицу, пишут арабскими цифрами над полками линий-выносок. Номер позиции наносят на чертеже один раз. Допускается повторить номер только для одинаковых составных частей. Размер шрифта номеров позиций должен быть больше шрифта размерных чисел на том же чертеже.

Таблица составных частей или спецификация изделия на поле чертежа общего вида располагается справа над текстовой частью, а ее продолжение (при необходимости) внизу левее основной надписи.

При отсутствии на чертеже текстовой части эту таблицу располагают над основной надписью. В дипломных проектах, когда не разрабатываются отдельно чертежи составных частей изделия и деталей, графу «Обозначение» можно в таблицу не включать.

На чертеже общего вида могут располагаться и другие таблицы. Их нумеруют в пределах чертежа по общим правилам. Если на чертеже только одна таблица, то ее не нумеруют и над ней слово «Таблица» не пишут.

Составные части изделия в спецификацию записывают в следующем порядке: заимствованные изделия, покупные изделия, поставляемые специализированным предприятием по стандартам, вновь разрабатываемые изделия.

Текстовую часть на поле чертежа общего вида располагают непосредственно над основной надписью, параллельно ей и только на первом листе независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относится текст. Ширина колонки текста не должна превышать ширину основной надписи. Текст пишется шрифтом 5,0 или 3,5. Содержание текста должно быть кратким и точным, без сокращений слов, кроме общепринятых или установленных стандартами. Текстовая часть может включать технические требования (ГОСТ 2.310–68) и технические характеристики изделия. Заголовки не подчеркивают. Если текст содержит только технические требования, то заголовок не пишут.

### **8.2.2 Сборочный чертеж**

Сборочный чертеж (шифр СБ) – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки, изготовления и контроля.

В общем случае сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы;
- сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, которые должны быть выполнены или проконтролированы по сборочному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления;
- указания о способе выполнения неразъемных соединений;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- размеры (габаритные, присоединительные, установочные) и другие необходимые справочные данные.

Наименования и обозначения составных частей изделия сборочной единицы и изображенного на чертеже СБ приводятся в спецификации.

Спецификация на чертеж СБ состоит из разделов, которые располагаются сверху вниз в определенной последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Названия разделов в спецификации подчеркиваются. Допускается выполнение сборочного чертежа в прямоугольной аксонометрической проекции по ГОСТ 2.317–69. Такие изображения позволяют лучше уяснить конструкцию изделия и взаимодействие его составных частей. Это изображение оформляется самостоятельным документом и имеет шифр «Д».

### **8.3 Общие требования к выполнению схем**

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделий (установок) либо не учитывают вообще, либо учитывают приближенно.

Комплект разрабатываемых схем определяется особенностями изделия (установки). Количество схем на изделие должно быть минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, настройки, регулировки, эксплуатации и ремонта изделия (установки).

Схемы должны быть выполнены компактно. Форматы, на которых выполняются схемы, должны быть удобны для использования при производстве и эксплуатации изделий.

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

При выполнении схем применяют:

- условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД;

- схематические разрезы;

- внешние очертания (в т.ч. аксонометрические).

Условные графические обозначения, стандартизованные или строящиеся на основе стандартизованных обозначений, на схемах не поясняют.

Нестандартизованные условные и строящиеся на основе нестандартизованных графические обозначения на схемах должны быть пояснены.

Схематические разрезы и внешние очертания выполняют в соответствии с конструкцией каждого элемента или устройства. Изображения должны быть упрощенными и пояснены на схемах.

Элементы, составляющие функциональные группы или устройства, допускается на схемах выделять штрихпунктирными тонкими линиями, указывая при этом наименование функциональной группы, а для устройства – наименование или обозначение (номер), или тип (шифр).

Элементы, составляющие устройство, имеющие самостоятельную схему, выделяют на принципиальной схеме сплошной линией, вдвое толще линий связи.

Элементы и устройства, входящие в состав изделия (установки), допускается на схеме разграничивать штрихпунктирными тонкими линиями по постам и помещениям, указывая при этом наименования или номер постов и помещений.

Схемы всех типов допускается выполнять на планах транспортных средств, сооружений, помещений и т.п.

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 (по возможности над основной надписью).

Около графических обозначений элементов и устройств указывают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле

схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания (например диаграммы последовательности временных процессов, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т.п.).

На изделие (установку) допускается выполнять схему на нескольких листах или вместо выпуска одной схемы определенного типа выполнять совокупность схем данного типа, выпуская каждую схему самостоятельным документом.

Схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на следующие виды:

- электрические (Э);
- гидравлические (Г);
- пневматические (П);
- кинематические (К);
- комбинированные (С) и т.д.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы:

- структурные (1);
- функциональные (2);
- принципиальные (полные) (3);
- соединения (монтажные) (4);
- подключения (5);
- общие (6);
- расположения (7);
- прочие (8);
- совмещенные (0).

Наименование схемы определяется ее видом и типом (например: схема электрическая принципиальная, схема гидравлическая принципиальная).

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают либо несколько схем соответствующих видов одного типа (например: схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная), либо одну комбинированную схему, содержащую элементы и связи разных видов.

Наименование комбинированной схемы определяется ее комбинированным видом и типом (например: схема электрогидравлическая принципиальная).

Шифры схем, входящих в состав конструкторской документации изделий, должны состоять из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы. Например: ГЗ – схема гидравлическая принципиальная, Э4 – схема электрическая соединений.

В отдельных случаях допускается выполнять на одном графическом документе два типа схем, выпущенных на одно изделие (установку). На-

именование такого совместного документа должно определяться видом и совмещаемыми типами схем (например: схема электрическая принципиальная и соединений).

Шифр совмещенного документа должен состоять из буквы, определяющей вид схемы, и цифры 0 (например: схема электрическая принципиальная и соединений Э0).

В соответствии с требованиями на выполнение каждого типа схем имеются правила их выполнения. Кроме того, имеется таблица буквенных позиционных обозначений элементов.

Каждый элемент, входящий в изделие и изображенный на схеме, должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, составленное из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения. Например: 1, С17 и т.п.

Буквенное обозначение должно представлять собой сокращенное наименование элемента, составленного из его начальных или характерных букв, например: Тр – трансформатор, Рр – разрядник и т.п. В ГОСТ 2.702–75 приведена таблица обозначений.

Порядковые номера элементам следует присваивать с единицы, в пределах группы элементов, которым по схеме присвоено одинаковое буквенное обозначение, например: 1, 2, 3, и т.д.; С1, С2, С3 и т.д.

Цифры порядковых номеров элементов и их буквенные позиционные обозначения следует выполнять одним размером шрифта.

Допускается выполнять схемы с цифровыми позиционными обозначениями элементов, представляющими сквозную нумерацию, начиная с единицы.

Позиционное обозначение ставят справа или над условным графическим обозначением элемента.

## **9 Отзыв руководителя и рецензия на проект**

Ко дню предварительной защиты проекта руководитель представляет на кафедру письменный отзыв о работе студента над проектом. В отзыве кратко отмечается задача, поставленная перед дипломником, его инициативность и самостоятельность в работе, трудолюбие, организованность, индивидуальные наклонности, ориентировка в вопросах теории, конструкции, технологии и экономики. Отзыв должен содержать заключение о том, заслуживает ли дипломник квалификации инженера.

На рецензию направляется проект, допущенный к защите перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). Рецензирование поручается высококвалифицированным специалистам, утвержденным приказом ректора университета по представлению выпускающей кафедры.

В рецензии должно быть отражено следующее:

- Соответствие выполненного дипломного проекта заданию на проектирование.

- Актуальность темы и теоретический уровень исследования. Использование современных отечественных и мировых научных достижений.

- Применение современных методов исследования и проектирования, анализ патентно-лицензионных материалов, полнота и уровень технико-экономического обоснования, уровень и достаточность инженерных расчетов, оригинальность принятых инженерных решений или полученных научных результатов.

- Качество графических работ и оформления пояснительной записки в соответствии с требованиями стандартов.

- Использование в ходе дипломного проектирования собственных результатов научных исследований, материалов практик, а также материалов собственных обзоров отечественных и зарубежных источников информации.

- Общая оценка работы по четырехбалльной системе и заключение о соответствии автора проекта квалификации инженера-электрика.

Отзыв и рецензия представляется в ГАК по защите дипломных проектов. Записи в бланках отзыва руководителя и рецензента должны быть четкими и аккуратными, фамилия и инициалы разборчивыми.

Дипломник должен быть ознакомлен с рецензией на проект до официальной защиты и иметь право при наличии замечаний приготовить ответы или возражения, которые может высказать на защите. После рецензирования никакие исправления в проекте не разрешаются.

## **10 Предварительный просмотр проекта и защита перед ГАК**

Законченный дипломный проект, подписанный руководителем и консультантами, не позже чем за три дня до защиты представляется на предварительный просмотр. Предварительный просмотр производится на кафедре.

Комиссия по предварительному просмотру дипломных проектов в составе двух-трех высококвалифицированных преподавателей кафедры назначается заведующим кафедрой.

После рассмотрения и обсуждения проекта в присутствии автора члены комиссии делают заключение о допуске проекта к защите перед ГАК. Дипломный проект, допущенный комиссией к защите, подписывается заведующим кафедрой.

Важным этапом завершения работы студента по дипломному проекту является защита его перед ГАК.

В состав ГАК входят высококвалифицированные специалисты, представители промышленных предприятий, ректората, деканата, препо-

даватели-консультанты. На заседании ГАК, кроме ее членов, могут присутствовать приглашенные специалисты, руководители дипломного проектирования и другие желающие по согласованию с председателем ГАК. Состав ГАК утверждается приказом ректора университета.

Защита дипломных проектов производится в последовательности, определяемой списком защищающихся студентов на каждом заседании ГАК.

Секретарь ГАК приглашает очередного студента к защите, объявляет тему дипломного проекта, средний балл за период обучения в университете.

На доклад по защите дипломного проекта отводится 15 минут. В докладе должны быть раскрыты тема дипломного проекта, основные цели и задачи, сущность предлагаемых научно-технических инженерных решений, в том числе самостоятельных, приведены полученные результаты. В процессе доклада студентом должны быть отражены следующие аспекты:

- Тема дипломного проекта, цель и основная задача проектирования, т.е. технические и эксплуатационные проблемы, которые решаются в процессе проектирования, актуальность, исходные данные для проектирования (1 мин).

- Анализ существующих методов решения поставленной задачи, их недостатки и преимущества, отечественный и зарубежный опыт, обоснование выбранного (разработанного вновь) метода решения задачи (1–2 мин).

- Основное содержание работы – новизна, самостоятельный вклад в решение задачи, методика проектирования, математическая модель, аналитические зависимости, используемые при выполнении работы, основные инженерные решения, алгоритмы и программы, разработанные в ходе проектирования, конструктивные, технологические и эксплуатационные особенности спроектированного объекта (7–8 мин).

- Основные решения по охране труда и технике безопасности и технико-экономическая оценка разработанного объекта (2–3 мин).

- Заключение и выводы, перспективы дальнейших работ (1 мин).

Заслушав доклад, члены ГАК и присутствующие на защите задают докладчику вопросы как по теме проекта, так и по проверке его профессиональной подготовки. В ответах на вопросы дипломник должен уметь дать пояснение по принятым в дипломном проекте решениям, показать знания в объеме изучаемых учебных дисциплин, продемонстрировать профессиональную эрудицию.

После ответов докладчика на вопросы оглашаются тексты отзыва и рецензии на проект. Затем предоставляется заключительное слово дипломнику, в котором он кратко может ответить на замечания рецензента.

Результаты защиты оглашаются в конце заседания ГАК. При успешной защите ГАК выносит решение о присвоении квалификации инженера с выдачей диплома.

Студент, получивший неудовлетворительную оценку на защите, отчисляется из университета с правом защиты проекта в течение трех лет после окончания теоретического курса. Повторно не защитившему дипломный проект выдается академическая справка установленного образца без присвоения квалификации инженера.

Успешная защита дипломного проекта свидетельствует о профессиональной зрелости выпускника и его готовности к самостоятельному исполнению обязанностей на первичных должностях.

### **Список использованных источников**

1 Дипломное проектирование: учеб. пособие / В.И. Василенко и др.; под ред. В.И. Лачина. – Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 352 с.

2 Матушкин, Н.Н. Проектирование дискретных устройств на больших интегральных схемах: учеб. пособие / Н.Н. Матушкин; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1998. – 36 с.

3 Гончаровский, О.В. Интерфейсы микросистем: учеб. пособие / О.В. Гончаровский, Е.Л. Кон; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1996. – 77 с.

4 Южаков, А.А. Прикладная теория систем массового обслуживания: учеб. пособие / А.А. Южаков; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 121 с.

5 Хижняков, Ю.Н. Расчет локальных систем автоматического регулирования: метод. указания / Ю.Н. Хижняков; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1995. – 20 с.

6 Хижняков, Ю.Н. Определение передаточной функции и построение модели объекта методом графа сигналов: метод. указания / Ю.Н. Хижняков; Перм. политехн. ин-т. – Пермь, 1986. – 12 с.

7 Белоусов, В.В. Локальные системы управления. Надежность локальных систем: учеб. пособие / В.В. Белоусов; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2000. – 99 с.

8 Гаврилов, А.В. Системы управления телекоммуникационных систем информационно-вычислительных сетей. Стандарты, модели, протоколы: учеб. пособие / А.В. Гаврилов, Е.Л. Кон, В.И. Фрейман; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2005. – 102 с.

9 Белоусов, В.В. Современные телекоммуникационные сети. Базовые сетевые технологии. Анализ. Проектирование / В.В. Белоусов, В.С. Галкин; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2001. – 322 с.

10 Волковой, М.С. Конструирование средств и систем управления. Электромонтаж в радиоэлектронной аппаратуре: учеб. пособие / М.С. Волковой; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2003. – 79 с.

11 Панов, В.А. Автоматизация проектирования электронных схем в системе DesingLab: учеб.-метод. пособие / В.А. Панов; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2003. – 126 с.

- 12 Панов, В.А. Автоматизация проектирования электронных схем в системе Cadence: учеб.-метод. пособие / В.А. Панов; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2003. – 50 с.
- 13 Бобров, И.И. Расчет дискретных и микросхемных усилителей: учеб. пособие / И.И. Бобров; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1998. – 169 с.
- 14 Уоллэнд, Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети / Дж. Уоллэнд. – М.: Постмаркет, 2001. – 476 с.
- 15 Норенков, И.П. Телекоммуникационные технологии и сети / И.П. Норенков, В.А. Трудоношин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 248 с.
- 16 Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учеб. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2000. – 672 с.
- 17 Иванова, Т.И. Корпоративные сети связи / Т.И. Иванова. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 282 с.
- 18 Лихтциндер, Б.Я. Интеллектуальные сети связи / Б.Я. Лихтциндер [и др.]. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 205 с.
- 19 Цифровые и аналоговые системы передачи: учеб. для вузов / В.И. Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов [и др.]; под ред. В.И. Иванова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 232 с.
- 20 Скляр, О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратура и элементы / О.К. Скляр. – М.: Солон-Р, 2001. – 237 с.
- 21 Слепов, Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н.Н. Слепов. – М.: Радио и связь, 2000. – 468 с.
- 22 Шмалько, А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения / А.В. Шмалько. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 284 с.
- 23 Сухман, С.М. Синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений / С.М. Сухман, А.В. Бернов, Б.В. Шевкопляс. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 272 с.
- 24 Баркун, М.А. Цифровые системы синхронной коммутации / М.А. Баркун, О.Р. Ходасевич. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 192 с.
- 25 Росляков, А.В. Общекабельная система сигнализации № 7 / А.В. Росляков. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 176 с.
- 26 Карташевский, В.Г. Сети подвижной связи / В.Г. Карташевский, С.Н. Семенов, Т.В. Фирстова. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 299 с.
- 27 Денисьева, О.М. Средства связи для «последней мили» / О.М. Денисьева, Д.Г. Мирошников. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 146 с.
- 28 Иванова, Т.И. Абонентские терминалы и компьютерная телефония / Т.И. Иванова. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 235 с.
- 29 Гребешков, А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи / А.Ю. Гребешков. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 288 с.
- 30 Бакланов, И.Г. Методы измерений в системах связи / И.Г. Бакланов. – М.: Эко-Трендз, 1999. – 195 с.

31 Бакланов, И.Г. Технологии измерений первичной сети. Часть 1. Системы E1, PDH, SDH / И.Г. Бакланов. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 142 с.

32 Бакланов, И.Г. Тестирование и диагностика систем связи / И.Г. Бакланов. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 265 с.

33 Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учеб. / В.И. Нефедов [и др.]; под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высш. шк., 2005. – 383 с.

34 Государственные стандарты: в 4 т. / Комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии. – М.: 2001. – Т. 1–4.

## Приложение А

### Пример составления реферата

#### Реферат

Поясн. записка 85 с., 24 рис., 12 табл., 50 источников, 2 прил.  
РАСХОДОМЕРНЫЕ УСТАНОВКИ, ПОРШНЕВЫЕ РАСХОДОМЕРЫ,  
ТАХОМЕТРИЧЕСКИЕ РАСХОДОМЕРЫ, ИЗМЕРЕНИЕ, БОЛЬШИЕ  
РАСХОДЫ, ГАЗЫ

Объектом исследования являются поршневые установки для точного воспроизведения и измерения больших расходов газа.

Цель работы – разработка методики метрологических исследований установок и нестандартной аппаратуры для их осуществления.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования отдельных составляющих и общей погрешности установок.

В результате исследования впервые были созданы две поршневые реверсивные расходомерные установки: первая – на расходы до  $0,07 \text{ м}^3/\text{с}$ , вторая – до  $0,33 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: высокая точность измерения при больших значениях расхода газа.

Степень внедрения – вторая установка по разработанной методике аттестована как образцовая.

Эффективность установок определяется их малым влиянием на ход измеряемых процессов. Обе установки могут применяться для градуировки и поверки промышленных ротационных счетчиков газа, а также тахометрических расходомеров.

## Приложение Б

### Пример оформления списка использованных источников

#### Список использованных источников

- 1 Советов, Б.А. Моделирование систем: учеб. для вузов / Б.А. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 1998. – 330 с.
- 2 Советов, Б.А. Моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для вузов / Б.А. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 1999. – 224 с.
- 3 Методы описания, анализа и синтеза нелинейных систем управления: учеб. пособие для вузов / сост. В.В. Семенова, В.В. Пантелеева, Е.А. Руденко. – М.: Изд-во МАИ, 1993. – 312 с.
- 4 Тужик, С.К. К выявлению напряжений при исследовании группы электрических машин / С.К. Тужик // Изв. вузов. Энергетика, 1964. – № 12. – С. 1–6.
- 5 Статистические методы повышения качества / под ред. Хитоси Кумэ; пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, – 1990. – 110 с.
- 6 Fog, A. How to optimize for the Pentium / A. Fog. – [http: // www.agner.org/assem/pentopt.pdf](http://www.agner.org/assem/pentopt.pdf)

## Приложение В

### В1 Пример содержания дипломного проекта

Тема дипломного проекта: Сеть передачи данных автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии.

#### Содержание

##### Введение

- 1 Обзор и обоснование систем коммерческого учета электроэнергии
  - 1.1 Концепции создания автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ)
  - 1.2 Анализ режимов работы существующей системы учета, определение законов распределения помех при передаче данных
  - 1.3 Обоснование структуры автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии
- 2 Определение основных характеристик работы сети передачи данных АИИСКУЭ
  - 2.1 Критерии и показатели качества и готовности сети передачи данных
  - 2.2 Обоснование и выбор оборудования сети передачи данных
  - 2.3 Расчет устойчивости работы сети передачи данных
  - 2.4 Определение интервалов неустойчивости для конкретных объектов сети
  - 2.5 Определение суммарных показателей качества и готовности
- 3 Моделирование основных режимов работы сети передачи данных
  - 3.1 Составление модели объекта
  - 3.2 Определение качественных показателей сети, сравнение их с расчетными и экспериментальными
- 4 Разработка конструкции платы суммирования сигналов объектов, входящих в сеть
- 5 Организационно-экономический раздел
  - 5.1 Краткая характеристика проектируемой системы связи
  - 5.2 Затраты на разработку
  - 5.3 Затраты на реализацию проекта
  - 5.4 Эксплуатационные расходы
  - 5.5 Оценка экономической эффективности по внедрению СПД АИИСКУЭ
- 6 Безопасность жизнедеятельности. Создание безопасных условий труда на предприятии ООО «АСВА»
  - 6.1 Анализ условий труда
  - 6.2 Мероприятия по защите работников от воздействия вредных и опасных факторов
  - 6.3 Разработка рекомендаций для повышения работоспособности инженера-проектировщика

## Заключение

### Список использованных источников

Примерный перечень схем и чертежей графической части проекта:

Лист 1. Сеть передачи данных. Схема электрическая структурная.

Лист 2. Оборудование сети передачи данных. Схема электрическая функциональная.

Лист 3. Плата суммирования сигналов. Схема электрическая принципиальная.

Лист 4. Блок приоритетов. Схема электрическая принципиальная.

Лист 5. Модель сети. Схема алгоритма.

Лист 6. Протокол обмена. Схема алгоритма.

Лист 7. Плата печатная.

Лист 8. Плата суммирования сигналов. Сборочный чертеж.

## **В2 Пример содержания дипломной работы**

Тема дипломной работы: Исследование системы обнаружения помпажа и вращающегося срыва газотурбинного авиадвигателя.

### Содержание

#### Введение

1 Физическая сущность явлений помпажа и вращающегося срыва и принципы их диагностики

1.1 Физическая сущность явлений помпажа и вращающегося срыва

1.2 Анализ алгоритмов диагностики помпажа и вращающегося срыва

1.2.1 Алгоритм диагностики помпажа, построенный методом цифровой фильтрации

1.2.2 Алгоритм диагностики вращающегося срыва (алгоритм со сплошной АЧХ)

1.3 Исследование причин возникновения кратных (зеркальных) помех фильтров

1.4 Методики расчета коэффициентов КИХ-фильтров

2 Синтез системы диагностики помпажа и вращающегося срыва

2.1 Системы диагностики помпажа

2.1.1 Построение функциональной схемы диагностики помпажа

2.1.2 Обоснование интервала дискретизации при измерении давления для критерия помпажа

2.1.3 Синтез основных фильтров, реализующих диагностику помпажа

2.1.4 Оценка минимального значения порядка фильтра

2.1.5 Расчет коэффициентов фильтров

- 2.1.6 Моделирование работы системы диагностики помпажа. Оценка погрешности при реальной работе алгоритма диагностики
- 2.1.7 Проектирование и расчет предшествующего фильтра нижних частот
- 2.1.8 Синтез защиты системы диагностики помпажа от положительных бросков давления
- 2.1.9 Моделирование окончательной системы диагностики помпажа, расчет погрешности
- 2.1.10 Оценка точности работы алгоритма, определение временных задержек, оценка соответствия параметров работы алгоритма техническому заданию
- 2.2 Системы диагностики вращающегося срыва
  - 2.2.1 Построение функциональной схемы диагностики вращающегося срыва
  - 2.2.2 Обоснование интервала дискретизации при измерении давления для критерия вращающегося срыва
  - 2.2.3 Синтез основных фильтров, реализующих диагностику вращающегося срыва. Оценка порядка и коэффициентов фильтра
  - 2.2.4 Моделирование работы системы диагностики вращающегося срыва
  - 2.2.5 Оценка точности работы алгоритма, определение временных задержек, оценка соответствия параметров работы алгоритма техническому заданию
- 2.3 Разработка программного обеспечения (ПО) микропроцессорной системы обнаружения помпажа и вращающегося срыва
  - 2.3.1 Ввод значений давления для противопомпажной системы
  - 2.3.2 Программный модуль диагностики помпажа
  - 2.3.3 Программный модуль диагностики вращающегося срыва
- 3 Обоснование структуры микропроцессорной системы
  - 3.1 Выбор типа микропроцессора
  - 3.2 Описание работы микропроцессора 1867VM3
  - 3.3 Описание микросхемы памяти
  - 3.4 Структура программного обеспечения (диспетчер задач)
- 4 Анализ условий труда инженера-проектировщика
  - 4.1 Описание рабочего места инженера-проектировщика, анализ вредных факторов
  - 4.2 Расчет освещенности рабочего места инженера-проектировщика
  - 4.3 Мероприятия по обеспечению безопасности выполняемых работ
- 5 Расчет затрат на разработку и создание системы диагностики помпажа и вращающегося срыва
  - 5.1 Расчет затрат на оплату труда
  - 5.2 Расчет отчислений на социальные нужды
  - 5.3 Расчет амортизационных отчислений
  - 5.4 Расчет затрат на электроэнергию
  - 5.5 Накладные расходы
  - 5.6 Расчет прочих затрат

## 5.7 Конкурентоспособность системы диагностики помпажа и вращающегося срыва

Заключение

Список использованных источников

Приложения

Примерное содержание графической части дипломной работы:

Лист 1. Система диагностики. Схема электрическая структурная.

Лист 2. Диагностика помпажа. Схема алгоритма.

Лист 3. Диагностика вращающегося срыва. Схема алгоритма.

Лист 4. Основные соотношения для расчета фильтров (плакат).

Лист 5. Результаты моделирования системы диагностики помпажа (плакат).

Лист 6. Результаты моделирования системы диагностики вращающегося срыва (плакат).

### **В3 Примеры тем ДП по специальности 220201**

1. Автоматизация технологического процесса ... .
2. Автоматизация установки (устройства) ... .
3. Информационно-измерительная система ... .
4. Система дистанционного управления ... .
5. Система телекоммуникации ... .
6. Система телеизмерения ... .
7. Система автоматического регулирования ... .
8. Локальная сеть ... .
9. Система охранной и пожарной сигнализации ... .

### **В4 Примеры тем ДР по специальности 220201**

1. Исследование устройств ... .
2. Исследование методов идентификации систем ... .
3. Исследование системы автоматического регулирования ... .
4. Автоматизация моделирования ... .

### **В5 Примеры тем ДП по специальности 210406**

1. Модернизация телефонной сети ... .
2. Организация ВОЛС на участке ... .
3. Проектирование узловых телефонных станций ... .

4. Реализация проекта сети доступа на базе аппаратуры ... .
5. Проектирование транспортной подсистемы сети связи ... .
6. Разработка проекта первичной сети связи ... .
7. Проектирование сети передачи данных ... .

### **В6 Примеры тем ДР по специальности 210406**

1. Разработка программного обеспечения (модуля телекоммуникационного устройства) ... .
2. Оптимизация цифровой сети связи ... .
3. Моделирование телекоммуникационных процессов ... .
4. Разработка и исследование методики тестирования телекоммуникационной сети ... .
5. Разработка и исследование методов измерения показателей качества сетей связи ... .
6. Разработка системы управления и мониторинга сети ... .

Учебное издание

**Методические указания**

по выполнению выпускной квалификационной работы  
дипломированного специалиста (инженера) специальностей  
220201 «Управление и информатика в технических системах»,  
210406 «Сети связи и системы коммутации»

Составители:

Волковой М.С., Леготкина Т.С., Фрейман В.И.

Корректор *О.Н. Довбилкина*

---

Подписано в печать 25.04.07. Формат 60×90/16.  
Набор компьютерный. Усл. печ. л. 3,75. Уч.-изд. л. 3,54.  
Тираж 150 экз. Заказ № 79/2007.

---

Издательство

Пермского государственного технического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.