

# **МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**Под редакцией академика НАН Беларуси А.П. Достанко**

Рекомендовано учреждением "Научно-методический центр учебной книги и средств обучения" Министерства образования Республики Беларусь в качестве пособия для студентов специальности "Медицинская электроника" высших учебных заведений

Минск 2002

УДК 621.396.6.002 (075.8)  
ББК 32.844 я 73  
М42

Рецензенты: кафедра  
специальных дисциплин  
Высшего государственного радиотехнического колледжа;  
заведующий лабораторией НИИ электроники Национальной академии  
наук Беларуси, кандидат технических наук В.П. Мельников

М 42

Авторы:  
В.М. Бондарик, В.А. Бурский, А.Н. Осипов, х  
Н.С. Собчук, А.П. Достанко

**Медицинская электроника. Дипломное проектирование / В.М. Бондарик, В.А. Бурский, А.Н. Осипов и др.; Под ред. А.П. Достанко. — Мн.: БГУИР, 2002. — 158 с: ил.**

ISBN 985-444-446-5

В пособии сформулированы основные задачи и тематика дипломного проектирования, даны характеристики основных видов дипломных проектов, приведены рекомендации по оформлению дипломных проектов в соответствии с ГОСТ 2.105-95, описан порядок подготовки проектов к защите и их защиты в ГЭК. Приведены список ГОСТов и ОСТов, рекомендованных для использования при дипломном проектировании, виды и правила оформления конструкторских и технологических документов, подготавливаемых в процессе дипломного проектирования, с описанием конкретных примеров. Приведены примеры типовых расчетов электронных узлов.

Пособие предназначено для студентов-дипломников, руководителей и консультантов дипломных проектов по специальности «Медицинская электроника».

В части правила оформления пояснительной записки и графической части дипломного проекта данное пособие может быть полезно студентам специальностей «Проектирование и производство РЭС», «Электронно-оптическое аппаратостроение», «Проектирование и технология ЭВС», а также других родственных специальностей высших технических учебных заведений и колледжей.

УДК 621.396.6.002 (075.8)  
ББК 32.844 я 73

ISBN 985-444-446-5

© Коллектив авторов, 2002  
© БГУИР, 2002

## СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Общие требования к дипломному проекту
  - 1.1 Задачи дипломного проектирования
  - 1.2 Выбор тем дипломных проектов
  - 1.3 Функции руководителя, консультантов и студента-дипломника
  - 1.4 Содержание нормоконтроля
- 2 Виды, тематика и содержание дипломного проектирования
  - 2.1 Общие требования к содержанию и составу дипломного проекта
  - 2.2 Дипломные проекты по проектированию средств медицинской электроники и устройств для обеспечения их производства, ремонта и обслуживания
  - 2.3 Дипломные проекты исследовательского вида
  - 2.4 Дипломные проекты по разработке информационных технологий средств медицинской электроники
  - 2.5 Специальные разделы дипломных проектов
- 3 Работа над проектом и защита дипломного проекта
  - 3.1 Календарный график работы над дипломным проектом
  - 3.2 Составление технического задания на дипломный проект
  - 3.3 Отзыв и рецензия на дипломный проект
  - 3.4 Защита дипломного проекта
- 4 Оформление дипломных проектов
  - 4.1 Структура и оформление пояснительной записки
  - 4.2 Общие требования оформления пояснительной записки
- 5 Виды и правила оформления конструкторской документации
  - 5.1 Комплектность конструкторских документов
  - 5.2 Обозначение изделий и конструкторских документов
  - 5.3 Спецификация и перечень элементов
  - 5.4 Правила выполнения основных конструкторских документов
  - 5.5 Указание технических требований и технической характеристики
  - 5.6 Схемы
- 6 Разработка и оформление технологической документации
  - 6.1 Комплектность и назначение технологических документов
  - 6.2 Общие правила оформления технологических документов

### 6.3 Оформление технологических документов общего назначения

## 7 Типовые расчеты электронных каскадов

### 7.1 Содержание расчетов электронных каскадов

### 7.2 Примеры типовых расчетов

## 8 Государственные и отраслевые стандарты, рекомендуемые для использования в дипломном проектировании

### Список рекомендуемой литературы

**Приложение А.** *Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по проектированию средств медицинской электроники и устройств для обеспечения их производства, ремонта, обслуживания и т.д*

**Приложение Б.** *Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта исследовательского вида*

**Приложение В.** *Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по разработке информационного обеспечения средств медицинской электроники*

**Приложение Г.** *Пример оформления технического задания на дипломный проект*

**Приложение Д.** *Пример оформления титульного листа дипломного проекта*

**Приложение Ж.** *Пример выполнения спецификации СМЭ*

**Приложение К.** *Пример выполнения перечня элементов к схеме электрической принципиальной СМЭ*

**Приложение Л.** *Пример заполнения титульного листа технологической документации*

**Приложение М.** *Пример заполнения технологической инструкции*

**Приложение Н.** *Пример заполнения маршрутной карты*

**Приложение Р.** *Примеры некоторых классов классификатора ЕСКД*

**Приложение С.** *Классификация технологических операций*

## **1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ**

### **1.1 Задачи дипломного проектирования**

Дипломный проект является квалификационной работой выпускника. По уровню выполнения дипломного проекта и результатам его защиты перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) делается заключение о возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Основными задачами дипломного проектирования являются:

- систематизация, закрепление, углубление и применение знаний, полученных в процессе обучения, для решения инженерно-технических или научно-исследовательских задач в соответствии с темой дипломного проекта;

- развитие навыков самостоятельного проведения работ в области разработки, испытания, ремонта и технологии средств медицинской электроники (СМЭ);

- совершенствование приемов разработки и выполнения технической документации, отражающей принятые конструкторско-технологические решения;

- развитие навыков планирования и обработки результатов научных исследований, имеющих прикладной характер.

Целями дипломного проектирования являются выработка навыков по самостоятельному принятию профессиональных решений с учетом их социальных и экологических последствий, умение выделять научное знание из поступающей информации, получение знаний о месте и роли своей профессиональной деятельности в экономической и социальной жизни общества.

### **1.2 Выбор тем дипломных проектов**

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и культуры.

Тематика дипломных проектов и их руководители определяются выпускающей кафедрой и утверждаются советом факультета. При определении тематики следует учитывать конкретные задачи в данной области подготовки. Общий перечень тем дипломных проектов ежегодно обновляется и доводится до сведения студентов в установленном вузом порядке.

Темы дипломных проектов и их руководители утверждаются приказом ректора по представлению декана факультета. В случае необходимости изменения или уточнения темы дипломного проекта декан факультета на основании представления кафедры возбуждает ходатайство о внесении соответствующих изменений в приказ ректора.

Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта. Темы дипломных проектов предлагаются преподавателями, научными работниками профилирующей кафедры, а также специалистами предприятий, где планируется дальнейшая работа студентов. При выборе темы дипломного проекта, предложенной кафедрой, студент проходит преддипломную практику в одной из лабораторий кафедры. Студент может предложить свою тему дипломного проекта, обосновав предварительно целесообразность выполнения данной темы.

Рекомендуется выбирать темы дипломных проектов на основе совокупности фундаментальных, общенаучных, общепрофессиональных и специальных знаний в соответствии с видом последующей профессиональной деятельности:

разработка современных СМЭ с использованием новейших достижений радиоэлектроники, микроэлектроники, медицины, информатики и компьютерных технологий;

- монтаж, техническое обслуживание и ремонт СМЭ;
- проведение научных исследований в области разработки новых перспективных СМЭ;
- испытания и метрологическая аттестация СМЭ.

### **1.3 Функции руководителя, консультантов и студента-дипломника**

Руководителями дипломных проектов назначаются лица из профессорско-преподавательского состава данного вуза, как правило, профессора и доценты, а также научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты данного вуза и других учреждений и предприятий.

В соответствии с темой руководитель дипломного проекта выдает студенту задание на практику по сбору материала к дипломному проекту. Одновременно студенту выдается задание на дипломный проект, составленное ру-

ководителем и утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока окончания работы. Это задание вместе с проектом представляется в ГЭК.

Дипломный проект выполняется студентом в течение промежутка времени, отведенного для этого учебным планом по специальности. Рекомендуется включить в этот промежуток времени также время нахождения студента на преддипломной практике.

Руководитель дипломного проекта обязан:

- составить и своевременно выдать задание на дипломный проект;
- оказать студенту помощь в разработке календарного плана-графика на весь период выполнения дипломного проекта;
- рекомендовать студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме дипломного проекта;
- проводить систематические, предусмотренные планом-графиком беседы со студентом, давать студенту консультации, контролировать расчетные и экспериментальные результаты;
- контролировать ход выполнения работы и нести ответственность за ее выполнение вплоть до защиты дипломного проекта;
- составить отзыв о дипломном проекте.

По предложению руководителя дипломного проекта в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта за счет лимита времени, отведенного на руководство дипломным проектом. Консультантами по отдельным разделам дипломного проекта могут назначаться профессора и преподаватели высших учебных заведений, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий.

В дипломный проект, как правило, включают специальные разделы по экономике, охране труда и экологической безопасности с назначением консультантов из числа профессоров и преподавателей соответствующих кафедр высшего учебного заведения. Они проверяют соответствующую часть выполненной студентом работы и ставят свою подпись на титульном листе.

Выпускающая кафедра для каждого дипломника назначает консультанта по специальности, который проводит технический контроль проекта с целью проверки соблюдения в разрабатываемых изделиях установленных техниче-

ских норм и требований и выявления наиболее рациональных способов изготовления изделий. Контролю подвергаются все чертежи рабочей документации, т.е. чертежи деталей, сборочные чертежи, а также схемы сборки и технологические планировки, а также пояснительная записка. Содержание контроля зависит от стадии разработки дипломного проекта.

Дипломное проектирование можно отнести к стадии разработки рабочей документации. На данной стадии проверяются:

- правильность выбора принципиальной схемы конструкции, обеспечивающей простоту компоновки изделия и технологичность;
- рациональность конструктивных решений с точки зрения простоты изготовления;
- обеспечение преемственности конструкции;
- правильность расчленения изделия на составные части, обеспечивающие удобство обслуживания, монтажа и регулирования;
- установление номенклатуры основных марок материалов и соответствие этих марок установленному перечню;
- возможность применения рациональных методов обработки для наиболее сложных деталей;
- возможность проведения сборки и контроля изделия и его основных частей независимо и параллельно;
- возможность исключения или доведения до минимума механической обработки при сборке, удобство и доступность мест сборки;
- возможность обеспечения необходимой взаимозаменяемости сборочных единиц и деталей;
- выбор элементов конструкции сборочных единиц с точки зрения их технологичности;
- оптимальность номенклатуры контролируемых параметров, а также методов и средств их контроля;
- возможность применения стандартизированных методов выполнения и контроля;
- технологичность сборки как изделия в целом, так и его составных частей;
- технологичность механически обрабатываемых, литых, штампуемых и термически обрабатываемых деталей;



- наличие сборочных баз;
- удобство сборки и разборки;
- возможность уменьшения количества и объёма пригоночных операций.

Студент обязан до начала преддипломной практики выбрать тему дипломного проекта у соответствующего руководителя. В процессе выполнения дипломного проекта необходимо получить задание по экономике, охране труда и экологической безопасности у соответствующих консультантов.

При выполнении дипломного проекта студент-дипломник должен придерживаться календарного графика, в срок представлять необходимые материалы консультанту по специальности для проведения опроцентовок и консультаций по теме дипломного проекта. В случае систематического нарушения студентом графика дипломного проектирования консультант может ходатайствовать перед выпускающей кафедрой об отчислении данного студента.

После окончания дипломного проектирования студент-дипломник обязан представить пояснительную записку (можно в расшитом виде) и графическую часть комплектно со всеми подписями руководителя и консультантов нормоконтролеру, назначенному распоряжением по кафедре, для проведения нормоконтроля. После проведения нормоконтроля студент-дипломник должен пройти предварительную защиту на рабочей комиссии, рецензирование и в назначенный секретарем ГЭК день явиться для защиты дипломного проекта перед ГЭК.

#### **1.4 Содержание нормоконтроля**

Проведение нормоконтроля направлено на:

- соблюдение в разрабатываемых изделиях норм и требований, установленных в государственных, отраслевых, республиканских стандартах и стандартах предприятий;
- правильность выполнения документов в соответствии с ЕСКД и ЕСТД;
- достижение в разрабатываемых изделиях высокого уровня стандартизации и унификации;
- рациональное использование установленных ограничительных номенклатур стандартизированных изделий, конструктивных форм, марок материалов, профилей и размеров проката и т. п.

Содержание нормоконтроля зависит от вида проверяемых документов.

1.4.1 Для конструкторских документов (КД) всех видов проверяются:

- соответствие обозначения, присвоенного конструкторскому документу, установленной системе обозначений по ЕСКД;

- комплектность документов;

- правильность выполнения основной надписи;

- правильность применённых сокращённых слов;

- наличие и правильность ссылок на стандарты и другие нормативно-технические документы.

1.4.2 Для технического задания и технического предложения проверяются:

- все, что указано в пункте 1.4.1;

- соответствие основных параметров проектируемого изделия стандартам, характеристикам, утвержденной типоразмерной номенклатуре изделий и т.п., соответствие технических показателей требованиям к качеству, методов испытания стандартам и другим нормативно-техническим документам; степень стандартизации и унификации проектируемого изделия и возможности расширения этих показателей.

1.4.3 Для текстовых документов (пояснительные записки, технические описания и др.) проверяются:

- всё, что указано в пунктах 1.4.1 и 1.4.2;

- соблюдение требований на текстовые конструкторские документы (ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106 -96);

- соответствие показателей и расчётных величин нормативным данным.

1.4.4 Для ведомостей и спецификаций проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.1 и 1.4.3;

- соблюдение форм ведомостей и спецификаций;

- соблюдение правил заполнения (ГОСТ 2.108-68);

- правильность наименований и обозначений изделий и документов, записанных в ведомости и спецификации;

- возможность сокращения применяемой номенклатуры стандартизованных и покупных изделий;

- соответствие применяемых типоразмеров стандартизованных и покупных изделий установленным ограничительным номенклатурам.

1.4.5 Для чертежей всех видов проверяются:

- данные, указанные в пункте 1.4.1;
- выполнение чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД на форматы, масштабы, изображения, нанесение размеров и т.п.;
- рациональное использование конструктивных элементов, материалов, проката, видов допусков и посадок и выявление возможностей объединения близких по размеру и сходных по виду и назначению элементов.

1.4.6 Для чертежей сборочных, общих, монтажных и габаритных проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.1 и 1.4.5;
- правильность нанесения номеров позиций;
- соблюдение требований ЕСКД на упрощённые и условные изображения элементов конструкции.

1.4.7 Для чертежей деталей проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.1 и 1.4.5;
- соблюдение требований ЕСКД на условные изображения деталей, на обозначение шероховатости поверхностей, термообработки, простановки предельных отклонений размеров и т. п.;
- возможность замены оригинального конструктивного исполнения детали стандартизированным;
- возможность использования ранее спроектированных деталей;
- соблюдение установленных ограничительных номенклатур конструктивных элементов, допусков, посадок, марок материалов, профилей проката и т.п.

1.4.8 Для схем проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.1 и 1.4.5;
- соответствие условных графических обозначений элементов требованиям ЕСКД;
- соответствие наименований, обозначений и количества элементов, указанных на схеме, данным, приведенным в перечнях элементов;
- использование типовых схем.

1.4.9 Для комплекта технологических документов проверяются:

- комплектность документов, их обозначение в соответствии с ГОСТ 3.1201-85, соответствие форм документов требованиям ЕСТД;

- правильность заполнения основной надписи в соответствии с ГОСТ 3.1103-82, нумерации листов документов, нумерации технологических операций, оформления титульного листа;

- соответствие информации, вносимой в документы из конструкторских документов, способа изложения технологического процесса (ТП) типу ТП по его описанию, стадий разработки документов по ГОСТ 3.1102-81, записи на именовании технологических операций и записи переходов установленным стандартам ЕСТД;

- наличие необходимых подписей, фамилий и дат;

- возможность замены единичного ТП типовым;

- соблюдение ограничительной НТД на оборудование, оснастку, материалы, профили и размеры проката.

1.4.10 Для технологических документов, содержащих текст, разбитый на графы, проверяются:

- данные, указанные в пункте 1.4.9;

- правильность заполнения граф с учётом применения классификаторов технико-экономической информации, действующих на предприятии;

- правильность записи принятых величин;

- правильность применяемых сокращений;

- соответствие записи информации примерам заполнения соответствующих документов;

- правильность заполнения граф в виде дроби;

- правильность записи наименований материалов, заготовок, оборудования и оснастки;

- наличие записи в документах требований безопасности труда.

1.4.11 Для технологических текстовых документов проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.9 и 1.4.10;

- соответствие документов требованиям ГОСТ 2.105-95.

1.4.12 Для технологических графических документов проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.9 и 1.4.10;

- соответствие документов требованиям ГОСТ 3.1105-81;

- оформление эскизов, схем и таблиц в соответствии с требованиями ЕСКД;

- правильность условных обозначений опор по ГОСТ 3.1107-81.

1.4.13 Для технологических документов, направляемых для обработки содержащейся информации средствами вычислительной техники, проверяются:

- данные, указанные в пунктах 1.4.9 и 1.4.10;
- правильность заполнения граф, обведенных двойной утолщённой линией.

1.4.14 Для документов, разработанных в системе автоматизированного проектирования, проверяются данные, указанные в пунктах 1.4.9, 1.4.10 и 1.4.12.

Нормоконтроль является завершающим этапом разработки конструкторской и технологической документации. Все документы следует предъявлять на нормоконтроль комплектно при наличии всех подписей лиц, ответственных за содержание и выпуск документов, в соответствии с порядком, установленным в организации. Нормоконтролер в проверяемых документах наносит карандашом условные пометки в местах, где имеются ошибки. Сделанные пометки после исправления ошибок снимает нормоконтролер при повторной проверке документов.

## **2 ВИДЫ, ТЕМАТИКА И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### ***2.1 Общие требования к содержанию и составу дипломного проекта***

В зависимости от приоритета задачи, решаемой в дипломных проектах, их можно подразделить на следующие виды: по проектированию СМЭ, по проектированию устройств для обеспечения производства, ремонта, обслуживания и т.д., исследовательские, а также проекты по разработке информационных технологий СМЭ. Допускается комбинированный вид дипломного проекта из вышеперечисленных.

По форме организации процесса дипломного проектирования проекты делят на индивидуальные и коллективные (групповые).

При индивидуальном дипломном проектировании каждый студент самостоятельно работает над темой и заданием на проектирование.

В процессе коллективного проектирования группа студентов по добровольному принципу объединяется во временный творческий коллектив. Такой коллектив разрабатывает комплекс взаимосвязанных между собой научно-технических или научно-исследовательских задач, объединенных единым замыслом. При этом каждый студент получает задание на проектирование. Во временном творческом коллективе может назначаться ведущий проекта из числа наиболее подготовленных студентов, причем его кандидатуру выдвигают сами студенты. При коллективном проектировании требуются достаточно четкое разделение и организация труда исполнителей. Название темы коллективного (группового) дипломного проекта состоит, как правило, из двух частей: общего названия темы и названия подтемы, разрабатываемой в рамках дипломного проекта каждым студентом.

Тематика дипломного проектирования должна соответствовать современному состоянию и перспективам развития проектирования СМЭ, отвечать по своему содержанию решению задач, изложенных в разделе 1, и должна позволить студенту:

- проявить качества специалиста, способного самостоятельно осуществлять конструкторское и технологическое проектирование СМЭ, их составных частей;

- ставить и решать задачи, связанные с проектированием, монтажом, техническим обслуживанием и ремонтом СМЭ, а также их производством в условиях промышленных предприятий;

- применять для решения поставленных задач ЭВМ, методы автоматизированного проектирования и современный математический аппарат анализа и принятия решений (вероятностно-статистические методы, моделирование, оптимизацию и т.д.).

В обоснованных случаях допускается замена дипломного проекта дипломной работой. Однако для этого требуется решение ректора университета, которое принимается по представлению декана факультета на основании решения профилирующей кафедры. Дипломная работа, как правило, предполагает большой объем проведенных по конкретной тематике исследований либо решение теоретических вопросов проектирования СМЭ. В дипломной работе в обязательном порядке присутствует расчетно-графическая часть.

## ***2.2 Дипломные проекты по проектированию средств медицинской электроники и устройств для обеспечения их производства, ремонта и обслуживания***

В дипломных проектах данного вида решаются задачи по разработке или усовершенствованию (модернизации) СМЭ или функциональных частей (блоков, субблоков и т.п.), входящих в их состав, а также разработке устройств для обеспечения производства, ремонта и обслуживания СМЭ. Разработка или модернизация конструкций выполняется на уровне эскизного или технического проекта с дальнейшим отображением принятых решений в конструкторской документации (чертежах).

Примерами тем дипломных проектов данного вида могут быть:

- ультразвуковое стоматологическое устройство;
- акустоэлектронное терапевтическое устройство;
- прибор электростимуляции групп мышц с биологической обратной связью;
- глюкометр с микропроцессорным управлением;
- электронно-вычислительная аппаратура для производства, контроля, испытаний, настройки блоков и устройств СМЭ;

- устройства управления специальным технологическим оборудованием с применением мини- и микроЭВМ, микропроцессоров;

- вычислительные устройства робототехнических систем, гибких автоматизированных производств и средства их сопряжения с исполнительными механизмами;

- интерфейсы "общая шина", узлы и блоки технических средств САПР СМЭ (координатографов, графопостроителей, дисплеев, печатающих устройств, установок компьютерной томографии и т.д.);

- устройства группового управления пультами;

- лазерные устройства отображения информации;

- устройства регистрации и считывания графической и алфавитно-цифровой информации в СМЭ;

- устройства взаимодействия разработчиков в процессе проектирования;

- устройства распознавания графической и символьной информации;

- устройства считывания трехмерной информации для ЭВМ и т.д.

В проектах данного вида задание на проектирование должно касаться той части устройства, которая является объектом проектирования в соответствии с формулировкой темы дипломного проекта либо которая выделена для детальной конструкторской проработки в случае, если тема сформулирована достаточно широко. Задание на проектирование должно включать:

- назначение и объект установки разрабатываемого изделия, его связь с другими частями устройства, внешней средой и человеком-оператором;

- электрические параметры с указанием наиболее характерных данных для проектируемого изделия;

- вид источника электрического питания (сеть, генератор, аккумулятор и т.п.), его напряжение и стабильность;

- эксплуатационные характеристики: режим и характер работы изделия (непрерывный, циклический и т.д.), требования устойчивости проектируемого изделия к различным видам воздействий (диапазон рабочих температур, относительная влажность, частотный диапазон и уровень вибраций и т.д.);

- основные конструктивные характеристики (форма, габариты, масса);

- требования к основным качественным показателям проектируемого изделия (точности и стабильности выходных параметров, надежности, стоимости и др.);



- планируемую программу выпуска проектируемого изделия в год или указание о типе производства (массовое, крупносерийное и т.д.);
- ограничения на применяемые материалы, комплектующие элементы, технологические процессы и т.п., накладываемые условиями производства на конкретном предприятии;
- специальные требования, специфичные для проектируемого изделия и не оговоренные выше.

В проектах данного вида основное внимание при проектировании должно быть уделено следующим вопросам:

- литературному и патентному обзору по теме проекта;
- анализу исходных данных и разработке технического задания на проектирование изделия;
- разработке электрической схемы изделия с расчетом и синтезом отдельных блоков;
- разработке и синтезу структурной схемы устройства;
- разработке алгоритма работы устройства;
- выбору и обоснованию схемотехнической реализации отдельных блоков и каскадов;
- электрическому расчету (синтезу) отдельных блоков, каскадов, излучателей, направляющих систем;
- разработке алгоритма (метода) и микропрограммы обработки биомедицинских сигналов и данных;
- выбору, обоснованию и оптимизации пассивных и активных комплектующих элементов, материалов для конструкции проектируемого изделия, вида монтажа;
- выбору, обоснованию и оптимизации конструкторского исполнения изделия в целом, способов защиты его от воздействия дестабилизирующих факторов (температуры, вибрации и т.п.) в частности;
- обеспечению технико-экономических и эксплуатационных требований, требований технической эстетики и эргономики;
- детальной проработке схемы электрической принципиальной, основных конструктивных элементов изделия (печатные платы, несущие конструкции, передняя панель и т.п.) и разработке необходимой конструкторской документации;

- конструкторским расчетам по оценке совместимости изделия с объектом установки, внешней средой и человеком, а также расчетам, подтверждающим пригодность изделия к производству и эксплуатации с учетом экономических показателей;

- технологической проработке изделия или его частей (деталей, сборочных единиц) на основе применения типовых технологических процессов (разработке технологического маршрута сборки, технологических инструкций по регулировке, поверке, настройке, ремонту, методики поиска неисправностей и т.д.);

- исследованию электрических и (или) иных характеристик разрабатываемого изделия.

Конструкторская проработка проектируемого изделия должна быть достаточно полной и всесторонней. Конструкторское исполнение изделия (электрическая схема, алгоритмы работы, форма, компоновочная схема, габариты), используемые активные и пассивные элементы, материалы, способы защиты от воздействующих факторов, эстетическое исполнение и т.д. должны быть выбраны на основе детального рассмотрения хотя бы нескольких альтернативных вариантов. В качестве конечного варианта должен быть выбран не только тот, который отвечает требованиям задания на проектирование, а лучший (оптимальный или близкий к оптимальному) с точки зрения важнейших технико-экономических показателей проектируемого устройства, безопасных приемов сборки и монтажа, экологических аспектов.

Конструкторские расчеты и оптимизация должны сопровождать выбор и обоснование конструкторских решений на всех этапах конструкторского проектирования изделия, начиная от анализа исходных данных на проектирование и кончая оценкой качественных показателей.

В общем случае могут быть следующие конструкторские расчеты:

- электрические расчеты схемы и отдельных ее блоков с целью определения электрических и динамических параметров и характеристик элементов, мощности тепловых потерь, коэффициентов нагрузки, частотных характеристик устройства, устойчивости системы и других параметров, необходимых для оценки работы СМЭ в различных режимах и проведения конструкторских расчетов;

- синтез цифровых и расчет аналоговых схем с целью определения быстродействия, нагрузочной способности элементов, разрядности устройств, протокола передачи информации, метода кодирования данных, способа хранения информации;

- компоновочных характеристик изделия и его составных частей (печатных плат);

- теплового режима; параметров радиаторов охлаждения мощных полупроводниковых приборов; вибропрочности и виброизоляции изделия;

- точности и стабильности выходных параметров функционально законченных частей изделия с учетом технологического разброса и эксплуатационного ухода первичных параметров;

- показателей надежности с учетом электрического режима работы элементов и условий их эксплуатации в составе проектируемого изделия;

- точности и прочности отдельных механических узлов;

- технологических показателей изделия.

Из-за ограниченности времени дипломного проектирования уделить внимание всем указанным конструкторским расчетам даже в случае несложной функциональной части не всегда представляется возможным. В этих случаях необходимо уделить внимание **четырем - пяти расчетам**, важнейшим для проектируемого изделия, с обязательным включением в этот перечень не менее двух электрических расчетов схемы и отдельных ее частей. Конкретное содержание и объем расчетного материала зависят от темы проекта или функциональной части устройства, выбранных для детального рассмотрения, а также от исходных данных на проектирование.

В приложениях к дипломному проекту данного вида необходимо размещать распечатки программ и результатов расчетов, полученных с помощью ЭВМ, комплект технологической документации (титульный лист, технологические инструкции, маршрутная технология и т.п.).

Графическая часть дипломного проекта должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1:

- схемы электрические структурные, функциональные, принципиальные - 1-3 л. формата А1;

- сборочный чертеж устройства или чертеж общего вида - 1-2 л. формата А1;

- сборочные чертежи отдельных узлов (печатной платы, датчиков, преобразователей и т.п.) - 1-3 л. формата А1;
- чертежи деталей - 1-2 л. формата А1;
- технологические схемы, демонстрационные материалы - 1-3 л. формата А1.

Графическую часть дипломного проекта рекомендуется разрабатывать с помощью пакетов САПР (PCAD, AutoCAD, T-FLEX и др.) и графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visiopro и др.).

При проектировании СМЭ рекомендуется более детально прорабатывать конструкцию датчиков и преобразователей с выбором материалов, разработкой отдельных деталей, электрическими и конструкторскими расчетами, так как специфичность медицинской аппаратуры определяется ее оконечными устройствами.

Пример оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по проектированию СМЭ приведен в приложении А.

### ***2.3 Дипломные проекты исследовательского вида***

Дипломные проекты этого вида могут быть посвящены теоретическим и (или) экспериментальным исследованиям новых технических и технологических решений, характеристик приборов и устройств СМЭ, биомедицинских датчиков и преобразователей, способам защиты элементов и устройств от воздействия нагрузок различной физической природы, разработке и исследованию методов ускоренной оценки качества и надежности устройств и др.

Темами дипломных проектов исследовательского вида могут быть:

- построение физической и (или) математической модели воздействия СМЭ на биологические объекты;
- построение физической и (или) математической модели функционирования СМЭ;
- исследование характеристик диагностических СМЭ;
- исследование характеристик терапевтических СМЭ;
- исследование электромагнитных излучений организма;
- методики диагностирования биологических объектов;
- методики терапевтического воздействия СМЭ;

- исследование влияния полей различной физической природы на биологические объекты;
- электрофизиологические исследования биообъектов;
- прогнозирование работоспособности СМЭ, предназначенных для работы в специфических и экстремальных условиях;
- исследование процесса монтажа блоков СМЭ.

В проектах исследовательского вида задание на проектирование должно отражать следующие данные:

- об исследуемых объектах (типах устройств, элементов и т.п.);
- для выполнения исследований (характеристики исследуемых методов, процессов; уровни и продолжительность воздействующих факторов; критерии оценки эффективности; ограничения, накладываемые на модель воздействия СМЭ на биологический объект, и т.д.).

Студенту, выполняющему проект исследовательского вида, необходимо уделить внимание:

- актуальности темы;
- анализу состояния вопроса по периодической и патентной литературе и обоснованию задач для исследований;
- теоретическим исследованиям (теоретическому рассмотрению предмета исследований: стойкости, устойчивости, работоспособности и т.п.);
- разработке оснащения для проведения исследований;
- планированию и проведению экспериментальных исследований;
- обработке (как правило, с использованием ЭВМ) результатов экспериментальных исследований;
- разработке рекомендаций (методик) по использованию полученных результатов на практике (при проектировании или эксплуатации).

Графическая часть дипломного проекта должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1, которые чаще всего оформляются в виде плакатов:

- алгоритмы и схемы исследований - 1-3 л.;
- графические зависимости и установленные аналитические закономерности - 1-3 л.;
- схемы электрические и чертежи общего вида экспериментальных установок - 1-3 л.;

- сборочные чертежи и чертежи оригинальных деталей, разработанных для проведения исследований, - 1-2 л.

Графическую часть дипломного проекта данного направления рекомендуется разрабатывать с помощью графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visio и др.) и пакетов САПР (PCAD, AutoCAD и др.).

Пример оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта исследовательского вида приведен в приложении Б.

#### ***2.4 Дипломные проекты по разработке информационных технологий средств медицинской электроники***

Дипломные проекты данного профиля могут быть посвящены разработке методов, алгоритмов и программных средств для СМЭ, а также автоматизации схмотехнического, конструкторского и технологического проектирования СМЭ.

Темами дипломного проекта данного профиля могут быть разработки:

- алгоритмов и программного обеспечения к СМЭ;
- алгоритмов и программного обеспечения, моделирующих работу СМЭ, функционирование биологических объектов;
- баз данных систем хранения, обработки и передачи биомедицинской информации;
- программно-аппаратных средств передачи и обработки биомедицинских сигналов и данных;
- алгоритмов и программных средств для подключения результатов оригинальных конструкторских расчетов к существующим пакетам САПР СМЭ;
- программных средств подготовки данных для управления отечественным оборудованием на базе результатов проектирования зарубежных пакетов САПР СМЭ.

Задание на дипломное проектирование может включать следующее:

- характеристику объекта применения результатов, которые предполагается получить;
- показатели для оценки эффективности принятых решений;
- тип вычислительного устройства и требования к его ресурсам;

- операционные системы, под управлением которых должны выполняться разрабатываемые программные средства;
- форматы данных для связи с СМЭ;
- языки программирования, с помощью которых должны быть реализованы разработанные алгоритмы;
- требования к интерфейсу пользователя разрабатываемых программных средств;
- тип канала передачи (хранения) информации;
- теоретические методы, положенные в основу разрабатываемых алгоритмов.

Студенту, выполняющему проект по разработке информационных технологий СМЭ, необходимо уделить внимание:

- актуальности темы;
- анализу состояния вопроса по периодической и патентной литературе и обоснованию задач для проектирования;
- формализации поставленной задачи;
- разработке алгоритмов работы проектируемой системы;
- разработке программного обеспечения к системе с анализом заданных форматов данных, выбором языка программирования, разработкой программного интерфейса, удобного интерфейса пользователя и т.п.;
- описанию работы разработанного программного обеспечения: его установке, алгоритму работы, примеру использования;
- разработке электрической схемы устройств сопряжения с ЭВМ и обработки информации;
- выбору, обоснованию и оптимизации комплектующих элементов, материалов, конструкторского исполнения изделия, вида монтажа;
- обеспечению технико-экономических и эксплуатационных требований, требований технической эстетики и эргономики;
- конструкторским расчетам по оценке совместимости изделия с объектом установки, внешней средой и человеком, а также расчетам, подтверждающим пригодность изделия к производству и эксплуатации с учетом экономических показателей;
- разработке необходимой конструкторской документации;

- исследованию характеристик разрабатываемых информационных технологий СМЭ;

- разработке рекомендаций по использованию полученных результатов на практике (при проектировании или эксплуатации СМЭ).

Графическая часть дипломного проекта данного направления, как правило, выполняется с помощью пакетов САПР (PCAD, AutoCAD, T-FLEX и др.), графических редакторов (Photoshop, Coreldraw, Visiopro и др.) и должна включать комплект чертежей объемом не менее 6 листов формата А1:

- алгоритмы работы программ и отдельных модулей - 1-3 л.;
- сведения о структуре данных и программ - 1-2 л.;
- макеты рабочего окна программ в различных режимах работы - 1-2 л.;
- результаты опытной апробации программ - 1-2 л.;
- схемы электрические структурные, функциональные, принципиальные устройства связи СМЭ с ЭВМ - 1-3 л.;
- сборочный чертеж устройства или чертеж общего вида - 1-2 л.;
- сборочные чертежи отдельных узлов - 1-2 л.

Данный вид дипломных проектов рекомендуется выполнять творческим коллективом: один студент-дипломник разрабатывает программную часть, а другой - аппаратную. При индивидуальной разработке информационных технологий рекомендуется больше внимания уделять аппаратной части: детально прорабатывать конструкцию и электрические схемы устройств сопряжения с ЭВМ и датчиков.

Пример оформления задания, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по разработке информационного обеспечения СМЭ приведен в приложении В.

## ***2.5 Специальные разделы дипломных проектов***

К специальным разделам дипломных проектов относят охрану труда и экологическую безопасность, экономику. Объем этих разделов определяется темой проекта и устанавливается руководителем проекта по согласованию с консультантом по соответствующему разделу. Консультант дает общую формулировку задач по охране труда и экономике, подлежащих решению в дипломном проекте, уточняет эти задачи и оказывает помощь студенту в их решении.



Студенту следует помнить, что вопросы охраны труда и экономики должны "пронизывать" основные проектные решения, а безопасность (безвредность) и экономичность наряду с технико-экономическими показателями должны быть критериями выбора окончательных конструкторских решений.

### **3 РАБОТА НАД ПРОЕКТОМ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

#### ***3.1 Календарный график работы над дипломным проектом***

Работа над дипломным проектом выполняется студентом, как правило, непосредственно в вузе с представлением ему определенного места в аудитории для дипломного проектирования. По отдельным темам дипломный проект может выполняться на предприятии, в организации, в научных и проектно-конструкторских и других учреждениях.

За принятые в дипломном проекте решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает студент - автор дипломного проекта.

Перед началом выполнения дипломного проекта студент должен выбрать его тему и подать соответствующее заявление секретарю ГЭК, разработать календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов и после одобрения руководителем предъявить на утверждение заведующему выпускающей кафедрой.

В начале дипломного проектирования проводится преддипломная практика, в течение которой студент-дипломник осваивает прикладные программы для расчета, анализа и оптимизации проектирования СМЭ. Изучает действующую на предприятии нормативно-техническую документацию в области проектирования, производства и эксплуатации СМЭ, требования к разработке конструкций СМЭ и конкретные конструкторские разработки СМЭ. Производит формирование и анализ материалов для выполнения дипломного проекта. Во время прохождения преддипломной практики студентом должен быть проведен литературный и патентный поиск по теме дипломного проекта, а также разработан план-проспект дипломного проекта.

План-проспект дипломного проекта включает наименование всех разделов дипломного проекта с кратким описанием их содержания, список литературы, используемой в процессе дипломного проектирования, а также перечень графического материала с указанием форматов чертежей.

Примерный календарный график работы над дипломным проектом:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1 Выбор тем дипломных проектов и оформление заявлений | <b><i>до 10 января</i></b>        |
| 2 Оформление приказа на темы дипломных проектов       | <b><i>до 30 января</i></b>        |
| 3 Организационное собрание по преддипломной практике  | <b><i>до 3 февраля</i></b>        |
| 4 Преддипломная практика                              | <b><i>4 февраля -31 марта</i></b> |

5 Получение индивидуальных заданий у консультантов	<i>до 1 апреля</i>
6 Проведение проверок хода выполнения дипломного проектирования:	
- 1-я проверка (2-3 пункта ПЗ и 1-2 пункта графической части)	<i>18-22 апреля</i>
- 2-я проверка (следующие 2-3 пункта ПЗ и 1 -2 пункта графической части)	<i>8-12 мая</i>
- 3-я проверка (следующие 3-4 пункта ПЗ и 2-3 пункта графической части)	<i>24 - 31 мая</i>
7 Нормоконтроль	<i>с 25 мая</i>
8 Рабочая комиссия	<i>с 30 мая</i>
9 Получение рецензии	<i>1-14 июня</i>
10 Защита дипломных проектов	<i>с 16 июня</i>
11 Вручение дипломов	<i>до 3 июля</i>

Задание должно быть оформлено в течение первых двух недель от начала дипломного проектирования. Образцы заданий на дипломное проектирование для проектов различного профиля приведены в приложениях А - В.

### **3.2 Составление технического задания на дипломный проект**

Цель составления технического задания (ТЗ) - описать конечный результат предстоящего процесса проектирования.

ТЗ разрабатывается на основе исходных требований заказчика, результатов выполнения научно-исследовательских работ, научного прогнозирования, экономических исследований, анализа передовых достижений и технического уровня отечественной и зарубежной техники, а также изучения патентной документации и маркетинговых исследований.

При составлении ТЗ необходимо учесть, что каждый его раздел и подразделы должны быть проанализированы и обоснованы. Составляя ТЗ, всегда нужно стремиться к тому, чтобы конструкция СМЭ была технологичной.

Техническая документация на проектируемое изделие должна разрабатываться на основе ТЗ, которое является основным документом, определяющим содержание и конечные результаты конкретных экспериментально-исследовательских и проектно-конструкторских работ.

Существуют две разновидности ТЗ:

- *упрощенная* - для оформления задания на работы, для выполнения которых достаточно данных, содержащихся в приложениях к ним;

- *развернутая* - для выдачи заданий на опытно-конструкторские и научно-исследовательские работы.

ТЗ составляется в двух экземплярах, один из которых хранится у заказчика, а другой - у исполнителя, и оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым документам на листах форматом А4 и на специальных бланках. Оно регистрируется, имеет номер и дату выдачи.

### 3.2.1 Порядок построения и изложения ТЗ.

ТЗ к дипломному проекту состоит, как правило, из следующих разделов:

- введение,
- основание для разработки,
- источники разработки,
- технические требования,
- экономические показатели,
- порядок испытаний.

Во введении желательно указать шифр разрабатываемого изделия. Кроме того, должны быть оговорены, для чего данное изделие предназначено, его краткая характеристика и область применения.

В разделе "Основание для разработки" должны быть приведены основания, на которых производится проектирование изделия.

Раздел "Источники разработки" должен содержать перечень законченных научно-исследовательских и других работ, обосновывающих возможность или необходимость проведения разработки, а также наименование изделия, на базе которого выполняют разработку, и наименование изделия, взамен которого проводят разработку.

Раздел "Технические требования" должен состоять из следующих подразделов: состав изделия; технические параметры (требования); требования к надежности; принцип работы; программное обеспечение; конструктивные требования; условия эксплуатации; требования безопасности; дополнительные технические требования; требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению; требования к патентной чистоте.

В каждой конкретной ситуации допускается уточнять содержание под-

разделов или объединять отдельные подразделы. Требования рекомендуется располагать в зависимости от степени их важности и характера.

Значения технических показателей изделия приводят с предельными отклонениями или указывают максимальные и минимальные значения.

Требование, подлежащее уточнению в процессе разработки, излагают в следующей редакции: числовое значение уточняется в процессе проектирования. При этом изменение в ТЗ не вносится.

В подразделе "Состав изделия" должны быть указаны:

- наименование и назначение составных частей основного исполнения изделия и возможность его изменения;

- требования к стандартным, унифицированным и заимствованным составным частям (включая покупные), сырью и материалам, в том числе к материалам, используемым при обслуживании и эксплуатации изделия;

- требования к использованию комплектующих элементов;

- требования к запасным частям, инструменту и принадлежностям.

В подразделе "Технические параметры" должны быть приведены основные технические показатели изделия, определяющие целевое назначение изделия (например, производительность), время выполнения операции, тактовая частота, объем оперативной памяти, точность, чувствительность, требования к электропитанию, электрической прочности и сопротивлению изоляции, потребляемая мощность, коды, используемые для обмена и обработки информации, и другие необходимые требования.

В подразделе "Требования к надежности" должны быть указаны значения показателей надежности.

В подразделе "Принцип работы" должно быть приведено описание работы изделия (например, система команд, алгоритм работы и взаимодействие с другими сопрягаемыми изделиями).

В подразделе "Программное обеспечение" должны быть указаны состав и общие требования к программному обеспечению, включая тестовые и диагностические программы. Обычно ТЗ на программное обеспечение является самостоятельным документом, который разрабатывают и оформляют по ГОСТ 19.201-78.

В подразделе "Конструктивные требования" должны быть приведены:

- требования к исполнению корпуса, панели и шасси (степень защищенности, использование типовых, унифицированных или нормализованных элементов корпусов, панелей и шасси), необходимость и тип вентиляции, экранировки, теплоотвода, корпусной изоляции, весовые характеристики, габариты, присоединительные элементы (колодки, разъемы, гермовыводы, элементы управления и регулировки прибора и их желательное расположение), требования по взаимозаменяемости, требования инженерной психологии, безопасности, удобства обслуживания, заданные коэффициенты унификации, применяемости;

- "специальные требования", где указываются дополнительные требования, связанные с особыми условиями работы, например, радиационная стойкость, пожаровзрывобезопасность и т.д.;

- конструктивные требования к изделию в целом и его составным частям (например, базовые конструкции, габаритные, установочные и присоединительные размеры, способы крепления и регулирования органов управления, масса изделия);

- требования к уровню радиопомех, создаваемых изделием;

- требования технической эстетики (художественного конструирования);

- эргономические требования.

В подразделе "Условия эксплуатации" должны быть указаны допускаемые воздействия климатических условий (например, температуры, влажности, атмосферного давления, пыли, агрессивных сред), механических нагрузок (например, вибрационных, ударных), электромагнитных волн, а также виды обслуживания (например, постоянное или периодическое) в зависимости от класса исполнения устройства (приложение II).

В подразделе "Требования безопасности" должны быть изложены требования к обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте.

В подразделе "Дополнительные технические требования" должны быть изложены требования к изделию, не указанные в других подразделах ТЗ.

В подразделе "Требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению" должны быть изложены требования к упаковке изделия, маркировке, наносимой на изделие и тару, в которую упаковано изделие, а также указаны виды транспортных средств, условия транспортирования и хранения.

В подразделе "Требования к патентной чистоте" должен быть приведен перечень стран, в отношении которых должна быть обеспечена патентная чистота.

В разделе "Экономические показатели" должны быть приведены экономические преимущества разрабатываемого изделия по сравнению с изделиями, указанными в разделе "Источники разработки" технического задания, и (или) лучшими образцами и аналогами.

В разделе "Порядок испытаний" должны быть указаны срок и общие требования к проведению испытаний изделия.

В разделе "Исходные и справочные материалы" должны быть указаны все известные заказчику технические материалы, необходимые для выполнения ТЗ, общие технические условия (ТУ) на аналогичные изделия, ТУ на применяемые в изделии блоки, узлы, тактико-технические требования, номера принципиальных электрических схем, инструкции, описания и т.д.

В разделе "Перечень материалов" должны быть указаны все материалы, представляемые в результате выполнения ТЗ: рабочие чертежи, схемы и другая документация, сведения о повторяемости узлов и блоков, расчет коэффициента унификации, технические отчеты, протоколы испытаний, макеты, патентный формуляр.

В разделе "Приложение к ТЗ" должны быть перечислены все материалы, непосредственно передаваемые вместе с ТЗ, как, например, схемы, чертежи, образцы, технические данные и габариты элементов.

Все ТЗ на новые разработки подлежат согласованию с патентной службой.

### 3.2.2 Оформление титульного листа на ТЗ.

Согласующие и утверждающие техническое задание подписи ставятся на титульном листе, кроме того, приводятся фамилии, должности и подписи ответственных лиц.

На титульном листе размещают:

- вверху по центру - наименование министерства (ведомства) или международной организации, в систему которой входит организация, разработавшая техническое задание (заполнение данного поля необязательно);

- в левой части - должность и подпись лица, согласовавшего техническое задание, в правой части - должность и подпись лица, утвердившего техниче-

ское задание. Справа от каждой подписи проставляют (в скобках) фамилию лица, подписавшего техническое задание, а ниже - дату его подписания. Заполнение левой части поля необязательно;

- по центру листа - наименование и шифр изделия, на которое разрабатывают техническое задание;

- ниже по центру - число листов;

- должности и подписи лиц, разрабатывавших техническое задание, размещают ниже названия и количества листов ТЗ. При большом числе подписей допускается использовать второй лист, являющийся продолжением титульного листа. При этом на втором листе в верхнем правом углу указывают "Продолжение титульного листа" и наименование изделия. На первом листе в нижнем правом углу указывают "Продолжение титульного листа на следующем листе".

Снизу титульного листа по центру указывают год утверждения технического задания (без указания слова "год" или буквы "г").

Пример ТЗ с титульным листом приведен в приложении Г.

### **3.3 Отзыв и рецензия на дипломный проект**

Законченный дипломный проект, подписанный студентом и консультантами, предъявляется руководителю, который составляет на него отзыв. В отзыве руководителя дипломного проекта должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень решенности поставленной задачи;
- соблюдение студентом графика дипломного проектирования;
- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способность студента к инженерной или исследовательской работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможность присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Дипломный проект и отзыв руководителя представляются на рабочую комиссию, которая заслушивает сообщение студента по дипломному проекту, определяет соответствие дипломного проекта заданию, выясняет готовность студента к защите.



Допуск студента к защите фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки к дипломному проекту.

Если заведующий кафедрой на основании выводов рабочей комиссии не считает возможным допустить студента к защите, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта. При отрицательном заключении кафедры протокол заседания представляется через декана факультета на утверждение ректору, после чего студент информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта.

Дипломный проект, допущенный выпускающей кафедрой к защите, направляется заведующим кафедрой на рецензию.

Рецензенты дипломных проектов утверждаются деканом факультета по представлению заведующего кафедрой не позднее одного месяца до защиты из числа профессорско-преподавательского состава других кафедр и вузов, специалистов производства и научных учреждений.

В рецензии должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень соответствия дипломного проекта заданию;
- логичность построения пояснительной записки;
- наличие по теме дипломного проекта критического обзора литературы, включая патенты и авторские свидетельства, его полнота и последовательность анализа;
- полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, оценка достоверности полученных выражений и данных;
- наличие аргументированных выводов по результатам проекта;
- практическая значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов;
- недостатки и слабые стороны дипломного проекта;
- замечания по оформлению пояснительной записки к дипломному проекту и стилю изложения материала;
- соответствие графической части требованиям стандартов ЕСКД, ЕСТД;
- оценка дипломного проекта: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Рецензент имеет право затребовать у студента - автора дипломного проекта дополнительные материалы, касающиеся проделанной работы. Студент должен быть ознакомлен с рецензией до защиты проекта на ГЭК.

### **3.4 Защита дипломного проекта**

Порядок защиты дипломного проекта определяется Положением о Государственных экзаменационных комиссиях.

Перед защитой дипломного проекта в ГЭК представляются:

- дипломный проект (работа);
- отзыв руководителя дипломного проекта;
- рецензия на данный дипломный проект специалиста производства, на учного учреждения или вуза;
- справка о реальном использовании результатов дипломного проектирования *(если имеется)*.

К защите дипломного проекта допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план, включая сдачу государственных экзаменов, если они предусмотрены учебным планом.

В ГЭК могут представляться и другие материалы, характеризующие научную и практическую значимость выполненного дипломного проекта, перечень публикаций и изобретений студента, характеристика его участия в научной, организационной, общественной и других видах работ, не предусмотренных учебным планом.

Защита дипломных проектов проводится на открытом заседании ГЭК с участием не менее половины состава комиссии. Форма защиты дипломного проекта - доклад. Длительность доклада - 10-15 минут. В докладе должны быть отражены актуальность темы дипломного проектирования, основные разделы дипломного проекта с подтверждением графическим материалом, экономика, охрана труда и экологическая безопасность, выводы и рекомендации по дипломному проекту.

Защита дипломных проектов, содержание которых не может быть вынесено на общее обсуждение, проводится в порядке, установленном для данного вуза.

После доклада выпускник отвечает на вопросы членов ГЭК. Вопросы могут касаться как темы выполненного проекта, так и носить общий характер

в пределах дисциплин специальности и специализации, изучаемой на протяжении обучения в вузе. После членов ГЭК с разрешения председателя вопросы могут задавать все присутствующие на защите. Затем выступает рецензент или зачитывается его рецензия. На имеющиеся замечания рецензента выпускник должен дать аргументированные ответы. После этого выступает со своим отзывом руководитель дипломного проекта или при его отсутствии зачитывается отзыв.

Защита заканчивается представлением выпускнику заключительного слова, в котором он вправе высказать свое мнение по замечаниям и рекомендациям, сделанным в процессе обсуждения проекта.

После окончания защиты дипломных проектов ГЭК продолжает свою работу на закрытой части заседания, на которой с согласия председателя комиссии могут присутствовать руководители и рецензенты дипломных проектов. В ходе закрытого заседания члены ГЭК:

- оценивают результаты защиты дипломных проектов оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно";

- рекомендуют выдать диплом о высшем образовании с отличием или без отличия;

- ходатайствуют о рекомендации в аспирантуру и магистратуру.

Оценка за выполнение и защиту дипломного проекта принимается большинством членов ГЭК открытым голосованием.

Студентам, не защищавшим дипломного проекта, а также не сдавшим до защиты государственный экзамен по уважительной причине (документально подтвержденной), ректором вуза может быть удлинен срок обучения до следующего периода работы ГЭК по защите дипломных проектов или сдачи государственного экзамена, но не более одного года. Студенты, не сдавшие экзамены на выпускном курсе или не защитившие дипломный проект по уважительной причине, допускаются к защите дипломного проекта или сдаче госэкзамена в течение трех лет после окончания вуза.

## 4 ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

### 4.1 Структура и оформление пояснительной записки

Дипломный проект состоит из двух частей: пояснительной записки, комплектов конструкторских документов и другого графического и (или) иллюстративного материала (плакатов).

Общими требованиями к пояснительной записке к дипломному проекту являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок, исключая неоднозначность толкования, конкретность изложения результатов, доказательств и выводов. Пояснительная записка к дипломному проекту должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел проекта, содержать методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение варианта и сопровождаться иллюстрациями: графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п. В тех случаях, когда в проектах содержатся сложные математические расчеты, для их проведения, как правило, применяется электронно-вычислительная техника.

Пояснительная записка к дипломному проекту комплектуется в следующем порядке:

- титульный лист;
- задание;
- аннотация;
- содержание;
- перечень условных обозначений, символов и терминов *{при необходимости}* ,
- введение;
- основная часть;
- заключение (выводы);
- список используемых источников;
- приложения *{при необходимости}*.

#### 4.1.1 Титульный лист

На титульном листе должны быть приведены следующие сведения: наименование высшего учебного заведения, где выполнен диплом; фамилия,

имя, отчество автора; название дипломного проекта, город и год (приложение Д).

Название проекта должно определять область проведенных проектных или исследовательских работ, быть по возможности кратким и точно соответствовать содержанию. В названии дипломного проекта следует (по возможности) избегать использования усложненной узкоспециальной терминологии. Не рекомендуется начинать название дипломного проекта со слов: "Изучение процесса...", "Исследование некоторых путей...", "Разработка и исследование...", "К вопросу..." и т.п., в которых не отражаются в должной мере суть рассматриваемой проблемы, завершенность работы, нет достаточно ясного определения ее цели и результатов.

#### 4.1.2 Задание

Задание на дипломное проектирование составляется совместно с руководителем дипломного проекта и оформляется на специальном бланке. Примеры содержания задания на дипломное проектирование приведены в приложениях А - В.

#### 4.1.3 Аннотация

Аннотация состоит из заголовка, перечня ключевых слов и текста.

В заголовке приводятся индекс УДК; фамилия, имя, отчество автора; название дипломного проекта; год написания, количество страниц.

Ключевые слова (до 15) даются в именительном падеже, печатаются в строку, через запятое.

Текст аннотации должен отражать объект и предмет проектирования или исследования, цель работы, метод исследования и аппаратуру, полученные результаты и их новизну, степень использования или рекомендации по использованию, область применения.

Изложение материала в аннотации должно быть кратким и точным. Необходимо использовать стандартизованную терминологию, избегать непривычных терминов и символов.

#### 4.1.4 Содержание

Содержание включает в себя названия структурных частей ПЗ дипломного проекта ("Перечень условных обозначений", "Введение", "Разделы", "Заключение", "Список использованных источников", "Приложения"), названия всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц, на которых

размещается начало материала соответствующих частей ПЗ. Содержание дается вначале, так как это дает возможность сразу увидеть структуру работы.

#### 4.1.5 Перечень условных обозначений, символов, терминов

Если в ПЗ к дипломному проекту принята специфическая терминология, а также употребляются малораспространенные сокращения, новые символы, обозначения и т.п., то их перечень может быть представлен в ПЗ в виде отдельного списка, помещаемого перед введением.

Перечень должен располагаться столбцом, в котором слева (в алфавитном порядке) приводят, например, сокращение, справа — его детальную расшифровку.

Если в ПЗ специальные термины, сокращения, символы, обозначения и т.п. повторяются менее трех раз, перечень не составляют, а их расшифровку приводят в тексте при первом упоминании.

#### 4.1.6 Введение

Введение - вступительная, начальная часть ПЗ дипломного проекта. В ней дается общая оценка состояния научной, производственной, социальной или иной сферы деятельности человека, общества или природы, где находится избранный студентом-дипломником объект проектирования или исследования. При необходимости дается исторический экскурс, очерчивается круг проблем, нуждающихся в изучении, определяется направление исследования дипломника. Введение, как правило, - короткий раздел до 3 страниц.

#### 4.1.7 Основная часть

Основная часть ПЗ содержится в разделах, в которых даются: обзор литературы по теме и выбор направления проектирования или исследований, изложение общей концепции и основных методов проектирования или исследований, описание экспериментальной части, применяемого оборудования и техники эксперимента, основные конструкторские и иные расчеты, выполненные в работе теоретические и (или) экспериментальные исследования, анализ и обобщение результатов проектирования и исследований.

В обзоре литературы студент-дипломник дает очерк основных этапов в развитии научной мысли по рассматриваемой проблеме. Сжато, критически осветив работы предшественников, он должен назвать те вопросы, которые остались неразрешенными, и, таким образом, определить свое место в решении проблемы (задачи).

Желательно закончить обзор кратким резюме о необходимости проведения исследований в данной области или проектирования устройства и определить предмет своего исследования или проектирования.

При изложении общей концепции и основных методов исследований дается теоретическое обоснование предлагаемых методов, алгоритмов решения задач, излагается их суть, дается обоснование выбора принятого направления исследования. Излагаются принципы действия и характеристики разработанной аппаратуры, оценки погрешностей измерений.

В разделах ПЗ с исчерпывающей полнотой излагается собственная разработка или исследование дипломника с выявлением того нового, что он вносит в разработку проблемы (задачи). Автор дипломного проекта должен давать оценку достижения цели и полноты решения поставленных задач, оценку достоверности полученных результатов, их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований по конкретному вопросу. По каждому разделу пояснительной записки делаются выводы.

Весь порядок изложения в ПЗ должен быть подчинен цели проектирования, сформулированной автором. Логичность построения и целеустремленность изложения основного содержания достигается только тогда, когда каждый раздел имеет определенное целевое назначение и является базой для последующих.

В ПЗ следует сжато, логично и аргументировано излагать содержание и результаты проектирования; избегать обилия общих слов, бездоказательных утверждений, тавтологии, неоправданного увеличения объема ПЗ.

При написании ПЗ к дипломному проекту студент-дипломник обязан давать ссылки на авторов и источники, из которых он заимствует материалы или отдельные результаты. Цитирование допускается только с обязательным использованием кавычек. Не допускается компилятивный пересказ текста и отдельных предложений других авторов.

#### 4.1.8 Заключение

В этом разделе должны содержаться основные результаты проектирования и выводы, сделанные на их основе.

#### 4.1.9 Список использованных источников

Список должен содержать перечень источников информации, на которые в ПЗ приводятся ссылки.

#### 4.1.10 Приложения

При необходимости в приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты восприятия дипломного проекта, оценки его практической значимости:

- спецификации и перечни элементов разработанной КД;
- исходные тексты программ ЭВМ с комментариями, краткое их описание в соответствии с ЕСПД (Единая система программной документации), распечатки контрольных примеров, экраны пользовательского интерфейса, иллюстрации вспомогательного характера.

Объем пояснительной записки не должен превышать 110 страниц рукописного текста.

### **4.2 Общие требования оформления пояснительной записки**

4.2.1 Пояснительная записка должна быть выполнена на одной стороне листа белой бумаги формата А4 в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.105-95; 2.106-96; 7.32-91 одним из следующих способов:

- рукописным - четким почерком чернилами (пастой) одного цвета с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм;
- машинописным, при соблюдении ГОСТ 13.1.002-80, шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная), отдельные слова и формулы вписываются в текст черными чернилами (пастой, тушью) с соблюдением правил грамматики и орфографии буквами греческого или латинского алфавита;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004-88 ЕСКД). Текст ПЗ печатается с количеством знаков в строке 60-75, с межстрочным интервалом, позволяющим разместить  $40 \pm 3$  строк на странице. При компьютерном наборе печать производится шрифтом 13-14 пунктов. Высота строчных букв, не имеющих выступающих элементов, должна быть не менее 2 мм. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определениях, терминах, теоремах,



важных особенностях, применяя шрифты разной гарнитуры, выделение с помощью рамок, разрядки, подчеркивания и пр.

4.2.2 Текст ПЗ следует размещать на листе, соблюдая следующие размеры полей: *левое* - не менее **30 мм**, *правое* - не менее **10 мм**, *верхнее* - не менее **15 мм**, *нижнее* - не менее **20 мм**.

4.2.3 Текст ПЗ можно излагать на русском или белорусском языках. Сокрытие русских и белорусских слов и словосочетаний в записке - по СТБ 7.12 - 94. В тексте ПЗ, за исключением формул, таблиц и рисунков, *не допускается* применять:

- математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово "минус");

- знак "0" для обозначения диаметра (следует писать слово "диаметр"). При указании размера диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак "0";

- без числовых значений математические знаки, например > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

В ПЗ следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-81.

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Применение в ПЗ разных систем обозначения физических величин не допускается.

В тексте числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти - словами.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать, например, 1/4";

1/2" (нонети).

При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби допускается записывать его в виде простой дроби в одну строчку через косую черту, например, 5,32; (50А - 4С) / (40В + 20).

4.2.4 Иллюстрации, таблицы и распечатки ЭВМ, включенные в ПЗ (по тексту или в приложении), должны соответствовать формату А4. Допускает-

ся представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листах формата А3.

4.2.5 Абзацы в тексте начинаются отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (10-13 мм).

4.2.6 Текст ПЗ делится на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты.

4.2.7 Разделы должны иметь заголовки. Подразделы могут иметь заголовки при необходимости. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки следует писать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Перенос слов в заголовках не допускается.

Расстояние между заголовком (за исключением заголовка пункта) и текстом должно составлять 2-3 интерлиньяжа (интерлиньяж - расстояние между основными линиями двух соседних строк). Если между двумя заголовками текст отсутствует, то расстояние между ними устанавливается в 1,5-2 интерлиньяжа. Расстояние между заголовком и текстом, после которого заголовок следует, рекомендуется делать несколько больше, чем расстояние между заголовком и текстом, к которому он относится.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

4.2.8 Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точки не ставятся. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Если раздел или подраздел имеют только один пункт или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

4.2.9 Если ПЗ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится.

Если записка имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками.

4.2.10 Если текст ПЗ подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах документа.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений - строчную букву, 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) \_\_\_\_\_

**D** -----

**2)** \_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_

4.2.11 Страницы нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу, начиная с титульного листа, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту записки. Номер страницы на титульном листе, аннотации и задании не ставится.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки с ЭВМ включают в общую нумерацию страниц записки.

Иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листе формата А3 учитываются как одну страницу.

4.2.12 Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту ПЗ (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС. Иллюстрации, за исключением приложений, следует

нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1".

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например - Рисунок А.3.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например - Рисунок 1.1.

При ссылках на иллюстрации следует писать " ... в соответствии с рисунком 2" при сквозной нумерации и "... в соответствии с рисунком 1.2" при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок - Детали прибора.

Иллюстрация, как правило, выполняется на одной странице. Если рисунок не уместится на одной странице, допускается переносить его на другие страницы. При этом тематическое наименование помещают на первой странице, поясняющие данные - на каждой странице и под ними пишут "Рисунок ..., лист ...", если имеется несколько рисунков, и "Рисунок 1 , лист ...", если имеется один рисунок.

Фотоснимки размером меньше формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрация должна быть расположена так, чтобы ее было удобно рассматривать без поворота записки или с поворотом на 90 % по часовой стрелке.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в записке.

#### 4.2.13 Оформление таблиц в ПЗ - по ГОСТ 2.105-95.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 4.1.

Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела.

Таблица \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
 номер наименование таблицы



Рисунок 4.1 - Оформление таблицы

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Пример - Таблица В.3

На все таблицы должны быть даны ссылки в тексте ПЗ, при ссылке следует писать "таблица" с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголов-

ков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана на нее ссылка, или на следующей странице, а при необходимости - в приложении к записке.

Таблицы, как правило, следует располагать на странице вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем головка таблицы должна размещаться в левой части страницы. Обозначение стандарта и номер страницы в этом случае проставляют в установленном порядке.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

4.2.14 В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак 'V'.

Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, в формуле (1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (В.1).

Порядок изложения в ПЗ математических уравнений такой же, как и формул.

4.2.15 Материал, дополняющий текст ПЗ, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т.д.

Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием сверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово "обязательное", а для информационного - "рекомендуемое" или "справочное".

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

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь, И, Щ. После слова "Приложение" следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в ПЗ одно приложение, оно обозначается "Приложение А".

Приложения выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах форматов А3, А4х3, А4х4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301-68.

Все приложения должны быть перечислены в содержании ПЗ с указанием их номеров и заголовков.

4.2.16 Ссылки на литературные источники указываются порядковым номером (по списку источников), выделенным двумя косыми чертами или квадратными скобками.

Пример - /2/, [2].

При ссылке на иллюстрации следует писать "... в соответствии с рисунком 2" при сквозной нумерации и "... в соответствии с рисунком 1.2" при нумерации в пределах раздела.

Ссылки на таблицы указываются порядковым номером таблицы.

Пример - в таблице 1.2.

Ссылки на формулы указываются порядковым номером формулы в круглых скобках.

Пример - по формуле (2.1).

В повторных ссылках на иллюстрации и таблицы указывается сокращенно слово "смотри".

Пример - см. таблицу 1.3.

4.2.17 Список использованных источников должен содержать перечень источников, использованных при выполнении дипломного проекта. Источники располагаются в порядке появления ссылок в тексте. Сведения об источниках должны даваться в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84.

Пример

#### Книги

1. Гринштейн А.Б. Ультразвуковая терапия в невропатологии. - М: Наука, 1984.-160 с.
2. Аппаратные средства контроля параметров твердотельных структур в производстве СБИС / В.А. Емельянов, В.В. Баранов, Т.В. Петлицкая и др.; Под ред. А.П. Достанко. - Мн.: НПО "Интеграл", 1997. - 71 с.
3. Разработка и оформление конструкторской документации РЭС: Справочник / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликова и др. - М.: Радио и связь, 1989.-256 с.

#### Статьи

1. Умрюхин Е.А. Принципы разработки приборов с обратной связью на основе терапии функциональных систем // Медицинская техника. 1997. №1. - С. 29-31.
2. Пайка алюминиевых телескопических соединений / В.Л. Ланин, В.М. Бондарик, И.Н. Чернышев, А.Ч. Черепович // Радиопромышленность. 1994. № 2. - С. 28 - 32.
3. Larsen R.P. Computer-Aided Preliminary Layout Design of Customized MOS Array // IEEE Trans, of Computers. 1971. Vol. EC-20, № 5. - P. 512-523.



### Авторские свидетельства и патенты

1. А.с. 436350 СССР. Двоичный сумматор /Ю.Н. Корнеев, СВ. Пискунов, СИ. Сергеев. - Оpubл. в Б.И., 1974, № 26.
2. Пат. 2053064 Россия, МКИ В 23 К 1/20. Способ пайки изделий из ферритов / В.Л. Ланин, В.М. Бондарик (Беларусь). № 5051327/08; Заявл. 8.07.92; Оpubл. 27.01.96. Бюл. № 3. 5 с.

или

3. Пьезоэлектрический датчик: А.с. 477751 СССР, МКИ В 06 В 1/06.
4. Пат. 4893742 США от 16.01.1990. Ultrasonic laser soldering / Bullock P., Hegers Aircraft Co.

### Нормативно-технические документы

1. ГОСТ 15407-81. Качество продукции. Основные термины и определения.-1981.

или

2. Качество продукции. Основные термины и определения: ГОСТ 15407-81.-1981.

В ссылке допускается опускать отдельные обязательные элементы при условии, что оставшийся набор элементов обеспечит поиск объекта ссылки в библиотеке или других фондах. Так, в ссылке на книгу допускается не указывать ее объем (количество страниц). В ссылке на составную часть документа (например, статью) может быть не указано его основное заглавие, но при этом обязательно указание страниц, на которых он опубликован. Если приведено основное заглавие, то страницы могут не указываться.

В ссылке допускается сокращать названия журналов, издательств, мест изданий в соответствии с правилами, приведенными в ГОСТ 7.12-93; 7.11-78.

4.2.18 В ПЗ на первом листе и, при необходимости, на последующих листах помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров страниц.

Слово "Содержание" записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописными буквами. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

## 5 ВИДЫ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

### 5.1 Комплектность конструкторских документов

В ходе дипломного проектирования разрабатываются графические (чертежи, схемы, графики) и текстовые (спецификации, перечни элементов, эксплуатационные инструкции, технические условия и т.д.) КД. Комплект КД определяет состав и устройство проектируемого изделия и содержит данные, необходимые для его изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. В соответствии с ГОСТ 2.102-68 КД подразделяют на определенные виды (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Номенклатура конструкторских документов  
(по ГОСТ 2.102-68)

Шифр КД	Вид документа
1	2
—	Чертеж детали
СБ	Сборочный чертеж
ВО	Чертеж общего вида
ТЧ	Теоретический чертеж
ГЧ	Габаритный чертеж
МЭ	Электромонтажный чертеж
<b>МЧ</b>	Монтажный чертеж
УЧ	Упаковочный чертеж
—	Схемы
—	Спецификация
ВС	Ведомость спецификаций
<b>ВД</b>	Ведомость ссылочных документов
<b>ВП</b>	Ведомость покупных изделий
<b>ВИ</b>	Ведомость согласования применения покупных изделий
ДП	Ведомость держателей подлинников
<b>ПТ</b>	Ведомость технического предложения
<b>ЭП</b>	Ведомость эскизного проекта
<b>ТП</b>	Ведомость технического проекта
<b>ПЗ</b>	Пояснительная записка
ТУ	Технические условия

Продолжение таблицы 5.1

1	2
<b>ПМ</b>	Программа и методика испытаний
ТБ	Таблицы
РР	Расчеты
Д	Документы прочие
ПФ	Патент, формуляр ГОСТ 2.110-68
—	Документы эксплуатационные
—	Документы ремонтные
КУ	Карта технического уровня и качества
<b>И</b>	Инструкция

В объеме одного или даже нескольких дипломных проектов, как правило, невозможно представить полный комплект КД на изделие. Поэтому состав и объем КД необходимо согласовывать с руководителем и преподавателем-консультантом для каждого конкретного случая. Типичной ошибкой этой стадии разработки является большое число упрощенных графических документов общих видов, габаритных чертежей, схем, таблиц и т.д.

Для государственной комиссии наибольший интерес представляет рабочая КД, которая включает принципиальные схемы и сборочные чертежи с перечнем элементов и спецификациями, чертежи деталей, так как именно такая КД позволяет наиболее полно выявить степень профессиональной подготовки студента-дипломника. Мелкие форматы детализировок выполняются на одном целом листе формата А1 без его разрезания (это касается и всех остальных графических документов). В качестве дополнительного поясняющего материала в состав дипломного проекта могут быть включены чертежи общих видов, габаритные чертежи, схемы различных видов и типов.

Дипломный проект выглядит слабым при наличии нескольких однотипных чертежей, например, печатных плат. Даже если между ними существуют различия в деталях, это свидетельствует только об умении разрабатывать однотипные изделия, которые после первой разработки легко поддаются автоматизации.

## 5.2 Обозначение изделий и конструкторских документов

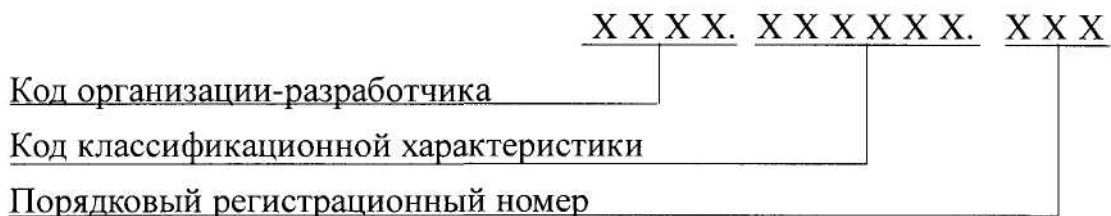
Единая обезличенная классификационная система обозначения изделий и их конструкторских документов устанавливается ГОСТ 2.201-80.

Обозначения изделиям и конструкторским документам должны быть присвоены централизованно или децентрализованно. Централизованное присвоение обозначений должны осуществлять организации, которым это поручено министерством, ведомством, в пределах объединения, отрасли. Децентрализованное присвоение обозначений должны осуществлять организации-разработчики.

Конструкторские документы сохраняют присвоенное им обозначение независимо от того, в каких изделиях они применяются, причем эти обозначения записывают без сокращений и изменений, за исключением случаев, предусмотренных ГОСТ 2.113-75. Если КД выполнен на нескольких листах, его обозначение должно быть указано на каждом листе.

Деталям, на которые не выпущены чертежи согласно ГОСТ 2.109-73, присваиваются самостоятельные обозначения по общим правилам.

Согласно ГОСТ 2.201-80, структура обозначения изделия и основного конструкторского документа должна быть следующей:



Четырехзначный буквенный код организации-разработчика назначается по кодификатору организаций-разработчиков.

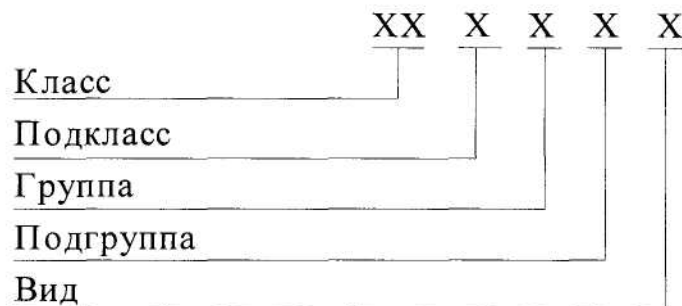
Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу в соответствии с классификатором ЕСКД.

Классификатор ЕСКД разработан в 1976-1979 гг. и введен в действие с 1 января 1984 г. Он представляет собой систематизированный иерархический свод наименований и квалификационных группировок объектов классификации изделий машиностроения и приборостроения, общетехнических документов и их кодов.

Всего в классификаторе 100 классов. Все изделия размещены в 50 функционально однородных классах. 50 классов являются резервными. Занятыми

классами являются следующие: 04, 05, 06, 10, 16, 20, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 94.

Структура кода:



При классификации изделий в классах использованы в основном следующие признаки:

- функциональный (основная эксплуатационная функция, выполняемая изделием);
- конструктивный (конструктивные особенности изделия);
- принцип действия (физический, физико-химический процесс, на основе которого действует изделие);
- параметрический (величины и степени точности рабочих параметров изделий: основные размеры, мощность, напряжение, сила тока и пр.);
- геометрические формы.

Наиболее общие признаки используются на верхних уровнях классификации (класс, подкласс) и конкретизируются на последующих уровнях.

Каждый класс классификатора делится на 10 подклассов (от 0 до 9), каждый подкласс - на 10 групп, каждая группа - на 10 подгрупп и каждая подгруппа - на 10 видов.

Для классификации общих документов используется подкласс "0" во всех классах. К подклассу "0" относятся документы, регламентирующие общие для изделий всего класса, его подклассов, групп и т.д., нормы, правила, требования, методы и т.п. в области свойств изделий, их маркировки, упаковки, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта, технологии производства и др. Например, технические условия, техническое описание, инструкции по ремонту, эксплуатации и т.п.

Практически во всех классах не все подклассы заняты, часть оставлена для вновь разрабатываемых типов изделий. По такому же принципу разбиты

и подкласс, группы, виды.

Некоторые классы и подклассы изделий, наиболее часто используемые при кодировке СМЭ, приведены в приложении Р, которое составлено на основе введения к классификатору ЕСКД.

Более детальное описание кода изделия необходимо уточнять в томах "Классы классификатора ЕСКД" (50 классов).

Порядковый регистрационный номер присваивают по классификационной характеристике от 001 до 999 в пределах кода организации-разработчика или организации, осуществляющей централизованное присвоение. Например, электронный термометр можно закодировать следующим образом: ДПМЭ.405123.001 - класс 40 (Средства измерений линейных и угловых размеров, параметров движения, времени, силы, массы, температуры, давления, расхода количества), подкласс 5 (Средства измерений температуры) или ДПМЭ.941215.001 - класс 94 (Медицинская техника), подкласс 1 (Комплексы медицинской техники. Приборы медицинские. Аппараты медицинские). Группа, подгруппа и вид описывают более подробно принцип измерения температуры, вид прибора и т.п.

Структура обозначения неосновного КД следующая:

X X X X . X X X X X X . X X X X X X	
Обозначение изделия	
Код документа	

В коде документа должно быть не более четырех знаков, включая номер части документа, например: ДПМЭ.301341.021 СБ - сборочный чертеж; ДПМЭ.301341.021 ТУ1 - технические условия.

Каждому исполнению изделия следует присваивать самостоятельное обозначение:

X X X X . X X X X X X . X X X - X X	
Базовое обозначение	
Порядковый номер исполнения	

Примеры: ДПМЭ. 563241.020-01; ДПМЭ. 563241.020-02.

### **5.3 Спецификация и перечень элементов**

5.3.1 Спецификация - основной конструкторский документ, определяющий состав изделия и всей конструкторской документации, относящейся к этому изделию. Ее следует составлять на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект. Заглавный лист оформляют по форме 1 с основной надписью по форме 2, а последующие листы - по форме 1а с основной надписью по форме 2а (ГОСТ 2.104-68).

В зависимости от состава специфицируемого изделия спецификация может состоять из разделов, которые следует располагать сверху вниз в такой последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наименование разделов записывают в виде заголовков в графе "Наименование" строчными буквами (кроме первой прописной) и подчеркивают. Ниже заголовка должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

В раздел "Документация" вносят все документы специфицируемого изделия, кроме его спецификации, а также документы записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей) (если таковые используются), кроме их рабочих чертежей.

В разделы "Комплексы", "Сборочные единицы" и "Детали" вносят комплексы, сборочные единицы и детали специфицируемого изделия.

В разделе "Стандартные изделия" записывают изделия, примененные по государственным стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов изделия записывают по группам в зависимости от функционального назначения (например, подшипники,

крепежные детали и т.п.), в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел "Прочие изделия" записывают изделия, взятые из каталогов, прейскурантов и других источников, за исключением стандартных изделий. Порядок записи подобен порядку раздела "Стандартные изделия".

В раздел "Материалы" вносят все материалы специфицируемого изделия в такой последовательности: металлы черные; металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; металлы цветные; кабели, провода и шнуры; пластмассы и пресс-материалы; бумажные и текстильные, лесные материалы; резиновые, минеральные, керамические и стеклянные материалы; лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; прочие материалы.

В пределах вида материалов их записывают в алфавитном порядке наименований, в пределах наименования — по возрастанию размеров или других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе "Формат" указывают форматы документов, имеющих обозначение в графе "Обозначение". Если документ выполнен на нескольких листах различного формата, то в графе ставят "звездочку", а в графе "Примечание" перечисляют все форматы с постановкой знака звездочки, например: \*А3, А4 А4х3. Для деталей, на которые нет чертежей, в графе указывают БЧ. Для документов, записанных в разделы "Стандартные изделия", "Прочие изделия" и "Материалы", графу "Формат" не заполняют.

В графе "Зона" указывают обозначение зоны, где находится номер позиции записываемой части изделия (если поле чертежа разбито на зоны по ГОСТ 2.104-68). В графе "Поз." указывают порядковые номера составных частей в последовательности записи их в спецификации. Графу не заполняют для разделов "Документация" и "Комплекты".

В графе "Обозначение" указывают: для раздела "Документация" - обозначение записываемых документов, для разделов "Комплексы", "Сборочные единицы", "Детали" и "Комплекты" - обозначение основных конструкторских документов на записываемые изделия; для деталей, выпущенных без чертежей, - присвоенное им обозначение (если таковое имеется). Графу не



заполняют для разделов "Стандартные изделия", "Прочие изделия" и "Материалы".

В графе "Наименование" указывают:

в разделе "Документация" для документов специфицируемого изделия - только их наименование; например "Сборочный чертеж", "Габаритный чертеж", "Технические условия", "Пояснительная записка"; для документов на неспецифицируемые части - наименования изделия и документа;

в разделах "Комплексы", "Сборочные единицы", "Детали" и "Комплекты" - наименования изделий в соответствии с их основной надписью на основных конструкторских документах; для деталей без чертежа указывают наименования и материалы, а также размеры, необходимые для их изготовления;

в разделе "Стандартные изделия" - наименования и обозначения изделий;

в разделе "Прочие изделия" - наименования и условные обозначения изделий по документам на их поставку с указанием обозначений этих документов;

в разделе "Материалы" - обозначение материала.

Допускается для изделий и материалов, различающихся размерами и другими данными и примененных по одному документу, общую часть наименования с обозначением документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде заголовка. Под общим наименованием следует записывать для каждого изделия и материала только их параметры и размеры. Если основные параметры или размеры изделия обозначаются одним числом или буквой, то не допускается пользоваться указанным допущением. Тогда записывают следующим образом:

Подшипники ГОСТ 8338-75

Подшипник 205

Подшипник 306 и т.д.

В графе "Кол." указывают количество составных частей на одно специфицируемое изделие, в разделе "Материалы" - общее количество материала на одно изделие с указанием единицы величины. Последнее допускается записывать и в графе "Примечание". Количество таких материалов, как припой, клей, электроды для сварки и т.п., в спецификации не указывают. Эти

сведения дают на поле чертежа. В разделе "Документация" данную графу не заполняют.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. При этом следует резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификации при заполнении резервных строк. Наличие разделов спецификации зависит от состава специфицируемого изделия.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии его размещения на листе формата А4. При этом основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-68 (форма 1) с указанием обозначения основного конструкторского документа (спецификации).

Пример выполнения спецификации на сборочный чертеж акустоэлектронного устройства терапии приведен в приложении Ж.

5.3.2 При составлении схем данные об элементах схемы должны быть записаны в таблицу перечня элементов, помещаемую на первом листе схемы или на отдельных листах формата А4 в виде самостоятельного текстового документа и заполняемую сверху вниз. Перечень элементов, помещенный на листе схемы, должен располагаться над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм. Его продолжение можно помещать слева от основной надписи, повторяя головку таблицы. При выполнении перечня отдельным текстовым документом в графе 1 основной надписи следует записывать наименование изделия, для которого составлен перечень, а под ним делать запись "Перечень элементов" шрифтом, на один или два размера меньшим того, каким записано наименование изделия. Во второй графе - помещать шифр "П", присвоенный документу, а вслед за ним - шифр схемы, например, ПЭЗ - перечень элементов схемы электрической принципиальной.

В графах перечня необходимо приводить следующие данные:

в графе "Поз. обозначение" - позиционное обозначение элемента;

в графе "Наименование" - наименование элемента схемы в соответствии с документом, на основании которого он применен;

в графе "Кол." - количество одинаковых элементов;

в графе "Примечание" - технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Элементы в перечень следует вносить по группам в алфавитном порядке

(латинский алфавит) буквенных позиционных обозначений, а в пределах каждой группы - в порядке возрастания номеров. Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, рекомендуется записывать одной строкой с указанием в графе "Поз. обозначение" обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, а в графе "Кол." - общего числа этих элементов.

Если в перечень вносят элементы одной группы с одинаковым буквенным обозначением, то в графе "Наименование" общее наименование записывают в виде заголовка (без повторения наименования элемента в каждой строке) и подчеркивают сплошной тонкой линией. Не следует повторять и обозначения документа, на основании которого применены элементы данной группы с различными параметрами.

Пример заполнения перечня элементов приводится в приложении К.

#### **5.4 Правила выполнения основных конструкторских документов**

**5.4.1 Чертеж общего вида.** Чертеж общего вида (по ГОСТ 2.119-73) должен давать сведения о конструкции, взаимодействии составных частей, эксплуатационно-технической характеристике проектируемого изделия и пояснять принцип его работы.

На чертеже общего вида должны быть:

а) изображены виды, разрезы и сечения изделия, нанесены надписи и текстовая часть, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;

б) указаны наименования (если возможно, то и обозначения) составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы, приводятся технические характеристики, указываются материал, количество, и тех составных частей изделия (например, органов управления), с помощью которых описывается принцип работы изделия, поясняются изображения общего вида и состав изделия;

в) приведены необходимые размеры и, если требуется, схема (например, кинематическая) изделия, техническая характеристика и технические требования.

Чертеж выполняется с максимальными упрощениями, предусмотренны-

ми ГОСТ 2.109-73 и другими стандартами. Составные части изделия (в т.ч. заимствованные и покупные) рекомендуется изображать упрощенно (отдельные - лишь контурными очертаниями), если при этом понятны конструкция, взаимодействие составных частей и принципы работы изделия. Составные части могут изображаться на одном листе с общим видом или на отдельных последующих листах этого чертежа. Наименования и обозначения составных частей изделия должны быть указаны одним из следующих способов:

- на полках линий-выносок, проведенных от деталей, на чертеже общего вида;
- в таблице, размещаемой на чертеже общего вида;
- в таблице, выполненной отдельно в виде последующих листов этого чертежа.

Таблица должна состоять из граф: "Поз.", "Обозначение", "Кол.", "Дополнительные указания", а если необходимо, - граф "Материал", "Наименование" и др.

При наличии таблицы, номера позиций составных частей изделия должны быть указаны на полках линий-выносок в соответствии с этой таблицей. Рекомендуется такая последовательность записи составных частей изделия в таблицу: заимствованные изделия; покупные изделия; вновь разрабатываемые изделия.

Чертеж общего вида следует оформлять в соответствии с правилами, установленными для разработки рабочих чертежей (в отношении расположения номеров позиций, подписей, текста технических требований).

**5.4.2 Габаритный чертеж.** Габаритный чертеж следует выполнять с максимальными упрощениями, но так, чтобы были видны крайние положения перемещающихся, выдвигаемых или откладываемых частей, рычагов, кареток, крышек на петлях и т.п.

Число видов должно быть минимальным, но достаточным, чтобы дать представление о внешних очертаниях изделия и его выступающих элементах. Изображения изделия следует выполнять сплошными основными линиями, а очертания частей, перемещающихся в крайние положения, - тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками.

На габаритном чертеже допускается изображать тонкими линиями "обстановку" - детали и сборочные единицы, не входящие в состав изделия.

На габаритном чертеже должны быть нанесены габаритные, установочные и присоединительные размеры, определяющие положение выступающих частей, без указания того, что все эти размеры справочные. Установочные и присоединительные размеры, необходимые для увязки с другими изделиями, должны быть с предельными отклонениями. Допускается указывать координаты центра тяжести. На габаритном чертеже можно указывать условия применения, хранения, транспортирования и эксплуатации изделия.

**5.4.3 Сборочный чертеж.** Сборочный чертеж изделия (рисунки 5.1, 5.2) должен быть выполнен с необходимым количеством (в зависимости от сложности конструкции) изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов), дающих полное представление о габаритах, конструкции, назначении и связи составных частей, взаимодействии их в процессе работы; сборке и контроле сборочной единицы; методе смазывания подшипников и зацепления, количестве, контроле уровня и слива масла; технических данных изделия и т.п.

Для полного удовлетворения этих требований, согласно ГОСТ 2.102-68, необходимо выполнять кроме сборочного чертежа габаритный, монтажный и другие чертежи. Однако в учебных проектах с целью уменьшения объема графических работ эти чертежи рекомендуется совмещать на одном сборочном чертеже.

Сборочный чертеж изделия должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы;
  - б) размеры с указанием предельных отклонений (и другие параметры и требования), которые проверяются при сборке;
  - в) сопряженные размеры с обозначением посадок (в местах установки на валы и в корпус зубчатых и червячных колес, подшипников, втулок и т.д.);
  - г) основные размеры, характеризующие изделие и его основные составные части (например, для редуктора: межосевое расстояние с допускаемыми отклонениями; направление линии, угла наклона и число зубьев);
  - д) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
  - е) основные технические характеристики изделия;
  - ж) габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также необходимые справочные размеры;
- з) технические требования к готовому изделию.

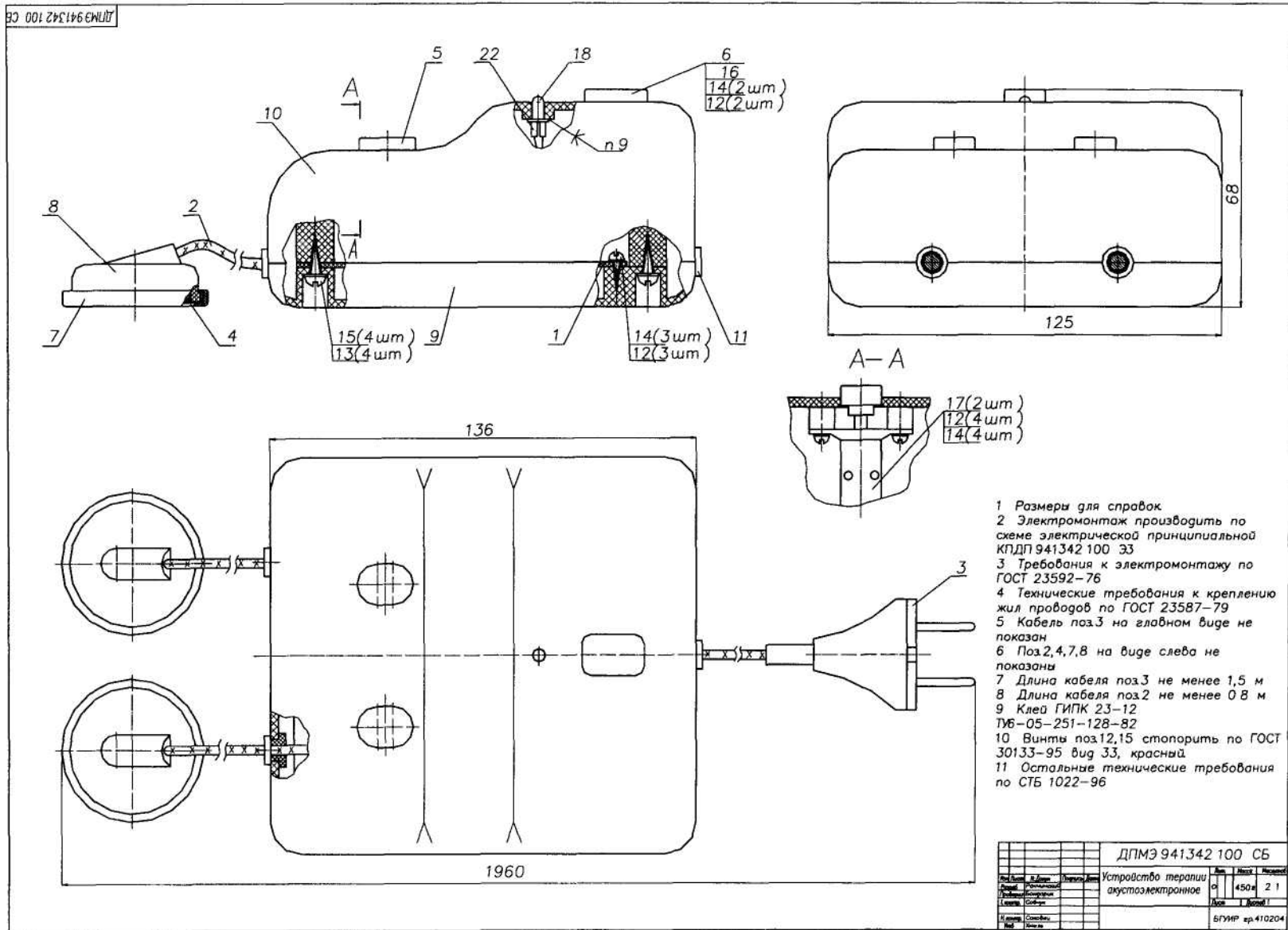
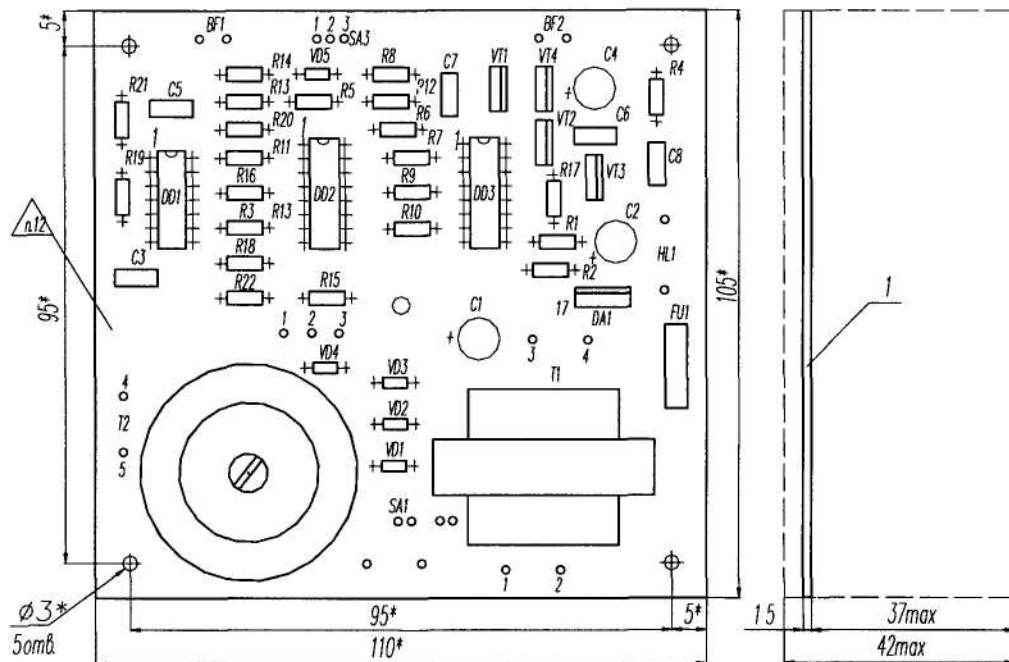
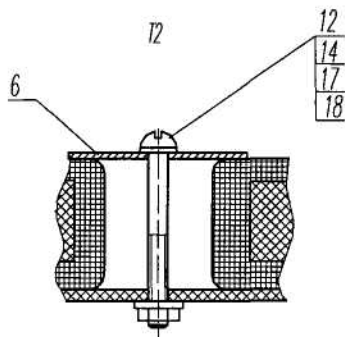
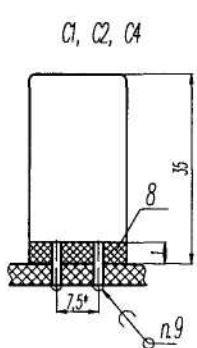


Рисунок 5.1 - Сборочный чертеж устройства

ДПМЭ 681355 100 СБ



- 1 \* Размеры для справок
- 2 Шаг координатной сетки 1 25 мм
- 3 Установку элементов производить по ОСТ 4 010 030-81
- 4 Элементы установить: микросхемы - вариант VIIa, транзисторы - вариант Vb, резисторы - вариант IIa, конденсаторы - вариант IIb, остальные - смотри поле чертежа
- 5 Электромонтаж осуществлять по схеме электрической принципиальной КЭДП.941342.100.ЭЗ
- 6 Позиционные обозначения элементов показаны условно
- 7 Винт поз. 12 стопорить по ГОСТ 30133-95, вариант 27, красный
- 8 Технические требования к монтажу ЭРЭ по ГОСТ 23592-79
- 9 ПОС-61 ГОСТ 21931-76
- 10 Покрытие - лак УР231 ГОСТ 5407-84, бесцветный
- 11 Заводской номер и дату изготовления маркировать краской МКЭЧ черной по ОСТ4ГО.054.205.И1 Шрифт 4-Пр3 по ГОСТ 26 020-80
- 12 Клеймо ОТК клеимить краской БМКЧ, черная по ОСТ4ГО.054.205.И1
- 13 Остальные технические требования по СТБ 1022-96



ДПМЭ 681355 100 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Плата				д	025	21
Сборочный чертеж				Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	И. Давыд	Рисовальник	БГУИР гр.410204		
Разработ	И. Давыд	Проверил	Соборук			
Получил	Соборук	Исполн.	Хенце			
И. Давыд	Соборук	Исполн.	Хенце			

Рисунок 5.2 - Сборочный чертеж платы

Сборочный чертеж изделия рекомендуется выполнять в масштабе 1:1 на одном или нескольких листах формата А1 (в зависимости от размеров и сложности изделия могут быть использованы другие масштабы и форматы листов).

На сборочном чертеже необходимо указывать в соответствии со спецификацией номера позиций всех составных частей сборочной единицы. Эти номера указывают на основных видах и разрезах и помещают на полках линий-выносок, проводимых от видимых изображений составных частей и заканчиваемых точкой, причем выноски и полки проводят тонкими линиями. Номера позиций следует располагать параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группировать их в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номера позиций наносят на чертеж один раз. Шрифт номеров позиций должен быть на один (два) размер больше, чем шрифт размерных чисел данного чертежа. Общая линия-выноска с вертикальным расположением позиций допускается:

- для группы крепежных деталей, расположенных в одном месте;
- для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью;
- при невозможности подвести выноску к каждой составной части.

Линию-выноску в этих случаях отводят от изображения составной части, номер позиции которой указан первым.

Сборочный чертеж следует выполнять с максимальными условностями и упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73 (СТ СЭВ 858-78, СТ СЭВ 1182-78) и другими стандартами на оформление чертежей. В частности:

- не показывать выступы, рифления, насечки, оплетки и другие мелкие элементы, маркировочные и технологические данные;
- сварной узел изображать как монолитное тело;
- шестигранные и квадратные головки гаек и винтов изображать упрощенно;
- крепежные детали (винты, болты, шпильки, гайки, шайбы, закладки и т.п.), шпонки, сплошные валы, зубья и спицы колес и маховиков условно показывать нерассеченными, если секущая плоскость направлена вдоль оси такой детали;
- если вал имеет углубления, шпоночные пазы, центровые отверстия, то



для изображения этих элементов следует применять местные разрезы;

- шарики и ролики подшипников качения показывать нерассеченными;
- ребра жесткости и тонкие стенки показывать рассеченными, но без штриховки;

- пластины, а также элементы деталей (отверстия, фаски, пазы, углубления и т.п.) размером 2 мм и менее изображать с отступлением от масштаба, принятого для всего изображения, в сторону увеличения.

**5.4.4 Чертежи деталей.** Деталь должна быть изображена, как правило, в натуральную величину. В зависимости от ее размеров и сложности может быть выбран масштаб увеличения или уменьшения. Для выносных элементов следует использовать только масштаб увеличения. При выполнении чертежей деталей следует ограничиться минимальным количеством изображений (видов, разрезов, сечений). Для деталей типа тел вращения достаточно дать одно изображение, добавляя к нему, при необходимости, частичные виды, разрезы, сечения и выносные элементы.

Рабочий чертеж детали должен содержать ряд требований, выполнение которых обеспечивает осуществление изготовленной деталью предназначенных ей функций, надёжность, длительность ее работоспособности. Требования излагаются в виде изображений, условных знаков и текстовых записей на поле чертежа.

Основанием для определения величины изображённого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу, называются справочными. Необходимые для изготовления размеры, за исключением справочных, наносят с предельными отклонениями. Допуски и расположение поверхностей приводятся в соответствии с рекомендациями ГОСТ 2.307-68, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 21495-76, ГОСТ 25346-82, ГОСТ 7713-62, ГОСТ 25347-82. Выбирать номинальные значения размеров необходимо из ряда предпочтительности.

Размеры, как правило, указываются от технологических баз. Ряд размеров не должен быть замкнут. Размеры между центрами симметричных отверстий должны иметь симметричный допуск, например,  $\pm 0,1$  мм. Допуски формы и расположения поверхностей указывают либо условными обозначе-

ниями, согласно ГОСТ 2.309-79, либо текстом в технических требованиях. Предельные отклонения линейных размеров на чертеже указывают одним из трёх способов:

- условными обозначениями полей допусков ( $50 \text{ H}1 \text{ I} / \text{h}1 \text{ I}$ );
- числовыми значениями предельных отклонений ( $50_{-0,087}$ );
- условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений ( $50 \text{ H}1 \text{ I} (+0,1) / \text{h}1 \text{ I} (-0,2)$ ).

Многократно повторяющиеся на чертежах предельные отклонения размеров относительно низкой точности (от 12-го качества и грубее) записываются в технических требованиях: "Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - по  $\text{H}14$ , валов - по  $\text{h}14$ , остальных -  $\pm \text{IT}4/2$ ". Рекомендуется для размеров от 3 до 6 мм выбирать предельные отклонения  $\pm 0,15$  мм ( $\text{IT}11$ ), 6-10 мм -  $\pm 0,18$  мм ( $\text{IT}12$ ), больше 10 мм -  $\pm 0,215$  мм ( $\text{IT}13$ ).

Проектируя детали, необходимо задавать не только точность, с которой должны быть выдержаны размеры элемента детали, но и допустимую шероховатость его поверхности. При этом необходимо учитывать экономические факторы (чем выше требования к качеству, тем дороже изготовление), взаимосвязь между способом обработки элемента поверхности и величиной шероховатости, между качеством и числовым значением параметра шероховатости и рекомендации по выбору шероховатости в зависимости от применения детали (среда, климат). Обозначения шероховатости поверхностей наносят в соответствии с ГОСТ 2789-73 и ОСТ 11010.018-84.

Если поверхности деталей не соприкасаются с другими поверхностями и не используются в качестве технологических баз либо прилегают к поверхностям других деталей и не подвергаются износу, рекомендуется выбирать шероховатость  $R_a = 3,2; 6,3$ . При проектировании соприкасающихся поверхностей, хорошо противостоящих износу, с повышенными требованиями к коррозионной стойкости, а также декоративных поверхностей особо высокого качества -  $R_a = 0,63; 0,32$ .

Назначая материалы, необходимо учитывать стоимость, надёжность, качество, длительность работоспособности детали и условия, в которых будет работать изделие. Сведения о материалах для деталей приводятся в основной надписи. Желательно, чтобы деталь изготавливалась из сортового материала определённых профиля, размеров и качественной характеристики. Запись о

материалах детали должна содержать сведения о сортаменте (в числителе) и материале (в знаменателе), например:

*Пруток*  $\frac{20 \text{ ГОСТ } 5949 - 75}{12\text{X18H9T} \text{ ГОСТ } 5632 - 72}$ ,

где ГОСТ 5949-75 - стандарт на сортament прутка; 20 - диаметр прутка; ГОСТ 5632-72 - стандарт на химический состав высоколегированной коррозионностойкой, жаростойкой и жаропрочной деформируемой стали и сплавов, 12X18H9T - химический состав сплава (0,12% углерода, 18% хрома, 9 % никеля, 1 % титана).

Ряд деталей могут быть получены литьём. Отливки из цветных сплавов, изготовленные методом литья в песчаные формы, кокиль, оболочковые формы, по выплавляемым моделям и под давлением, выполняются согласно ОСТ 11078.005-78. Они подразделяются на две группы отливок: I - общего назначения; II - ответственного назначения, имеющие повышенную прочность. В зависимости от метода литья стандарт устанавливает следующие классы точности для отливок:

- литье под давлением - ЛТ1-ЛТ3;
- литье в кокиль, оболочковые формы - ЛТ5, ЛТ6;
- литье в песчаные формы - ЛТ6, ЛТ7.

При получении деталей литьем в технических требованиях указывают требования к размерам, группам и предельным отклонениям, например:

"Литейные радиусы 0,5 мм max.";

"Литейные уклоны до 1 ";

"Отливка 1 гр. по ОСТ 11078.005-78";

"Неуказанные предельные отклонения размеров - по ЛТ5 ОСТ 11078.005-78".

Для повышения коррозионной стойкости поверхности изделия, улучшения механических свойств материала, а также для придания изделию декоративного вида обычно поверхности деталей покрывают покрытиями. Обозначения покрытий устанавливают ГОСТ 9.306-85 "Покрытия металлические и неметаллические неорганические" и ГОСТ 9.032-74 "Покрытия лакокрасочные".

Покрытию могут подвергаться все поверхности деталей или избирательные участки. В нормальных условиях эксплуатации толщина гальванических

покрытий 6-9 мкм, в атмосферных и морских - 12-15 мкм. Ряд покрытий требует предварительного нанесения подслоя. Никелевое покрытие, наносимое на сталь, требует, например, медного подслоя. Для применения покрытия из благородных металлов необходимо обоснование. О применении покрытий на чертежах деталей соответствующим образом делаются записи, например:

"Покрытие Ц9.хр., кроме отверстий"; "Покрытие хим.окс.прм."; "Покрытие Кд15.хр."; "Покрытие М6.Н12"; "Покрытие М3.Срб"; "Покрытие ан.окс.хр."; "Покрытие хим.окс.э".

В обозначениях лакокрасочных покрытий, согласно ГОСТ 9.032-74, в первую группу знаков входят обозначение покрытия по ГОСТ 9.825-73 и, при необходимости, предварительное наименование и группа шпатлёвки с указанием числа слоев; во вторую группу - обозначение классов покрытий (I -VII); в третью - обозначение условий эксплуатации в части действия климатических факторов (по ГОСТ 9.104-79) и особых сред (по ГОСТ 9.032-74), например:

"Покрытие эмаль ЭП-140 серая. III.VI"

Если в окончательно изготовленной детали должны быть центровые отверстия, выполняемые по ГОСТ 14034-74, то их изображают упрощенно с указанием только обозначения. При наличии двух одинаковых отверстий достаточно изобразить одно. Центровые отверстия на чертеже детали не изображаются и в технических требованиях (ТТ) сведения о них не приводятся, если они в дальнейшем не будут использованы. Если у такого отверстия имеется резьба, необходимо привести ее размеры, глубину отверстия под резьбу, диаметр и длину резьбы.

Если отдельные элементы изделия необходимо до сборки обработать совместно с другим изделием (например, половины корпуса подшипника, редуктора и т.п.), для чего их следует соединить и скрепить, то на оба изделия должны быть самостоятельные чертежи, выполненные по общим требованиям. В отдельных, более сложных случаях допускается помещать полное или частично упрощенное изображение другого изделия, выполненное сплошными тонкими линиями. Специальные чертежи на совместную обработку не допускаются.

Если отверстия под винты, штифты и другие аналогичные детали обрабатываются в процессе сборки, на чертежах такие отверстия не изображают и

сведений о них в ТТ не дают. Необходимые данные для их обработки приводят на сборочном чертеже.

На чертежах деталей не допускается помещать технологические указания. В виде исключения можно указать совместную обработку, гибку, развальцовку и т.д. Эти данные приводят на полке линии-выноски или в ТТ.

Правила оформления чертежей типовых деталей - зубчатых и червячных колес, червяков, звездочек, шкивов, валов - приведены в соответствующих ГОСТах, ОСТах и т.д. Не допускается в дипломном проекте приводить чертежи нормализованных деталей (крепеж, стойки, втулки, некоторые другие элементы и т.д.). Эти изделия включаются в соответствующие разделы спецификации со ссылкой на действующую нормативно-техническую документацию (НТД) (см. раздел "Спецификация"). Изделия простой конфигурации, изготавливаемые из полуфабриката, вносятся в спецификацию без чертежа (БЧ) с присвоением обозначения по классификатору. Например:

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
БЧ		21	ДПМЭ.741235.013	Прокладка Поронит-1-08 ГОСТ 481-800 20 мм	4	

Очень распространенными чертежами в дипломных проектах являются чертежи печатных схем и узлов, содержащих печатную плату с навесными элементами. Термины по печатным платам (1111) и узлам приведены в ГОСТ 20406-75. Методы конструирования и расчёта содержит ОСТ 4.010.022-85, общие технические условия приведены в ГОСТ 23752-79. Согласно требованиям, приведенным в ГОСТ 10317-79, размеры каждой стороны должны быть кратными: 2,5 - при длине до 100 мм; 5,0 - при длине до 350 мм; 10,0 - при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм. Соотношение линейных размеров сторон не более 3:1. ГОСТ 2.417-78 устанавливает основные правила выполнения чертежей 1111. Чертежи 1111 содержат координатную сетку, которую наносят с шагом 1,25 или 2,5 мм. Размеры отверстий, их количество, размеры зенковки и другие сведения помещают в таблице, расположенной на поле чертежа. Печатные элементы (проводники, экраны, монтажные площадки) положено штриховать. При ширине проводника на чертеже менее двух миллиметров их

изображают сплошной линией.

Чертежи слоев многослойных печатных плат помещают на отдельных листах. На чертежи обязательно наносится следующая маркировка: обозначение 1111 или её условный шифр; дата изготовления; буквенно-цифровое обозначение слоев многослойных 1111; порядковый номер изменения чертежа.

Комплектность КД на ПП и требования по их выполнению при автоматизированном проектировании устанавливает ГОСТ 2.123-83.

Разработка и оформление чертежей на микросхемы тесно связаны с технологией их изготовления. Одним из важнейших чертежей при этом является чертеж совмещенной технологии. Разработка такого чертежа предшествует выполнению чертежей отдельных слоев. Его выполняют на первом листе документа, на последующих показывают слои. Каждый из чертежей на отдельный слой должен содержать одну проекцию кристалла, показывающую форму и расположение фигур слоя, с порядковыми номерами вершин (у левого нижнего угла фигуры), с которых начинают нумерацию остальных вершин и продолжают по часовой стрелке, причём к следующей фигуре переходят по направлению снизу вверх и слева направо, а также габаритные размеры кристалла, координаты по осям  $x$  и  $y$ , основную надпись, содержащую то же обозначение, что и чертеж совмещенной топологии, ТТ. Таблицу координат, измеренных на чертеже для всех вершин фигур в миллиметрах, а также действительные величины координат в микрометрах обычно помещают на отдельном листе с основной надписью чертежа совмещенной технологии и буквами ТБ.

### ***5.5 Указание технических требований и технической характеристики***

Технические требования и техническую характеристику (ТХ) помещают на свободном поле чертежа над основной надписью в виде текстовой части. При недостатке места их продолжают слева от основной надписи. Текст записывают сверху вниз.

Пункты ТТ и ТХ должны иметь самостоятельную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки, причем строки должны быть не длиннее 185 мм. При выполнении чертежа на двух листах и более ТТ и ТХ помещают

только на первых листах.

ТТ на чертеже детали следует приводить в соответствии с ГОСТ 2.316-68. Заголовок "Технические требования" не пишут, если на чертеже помещены только технические требования. ТТ рекомендуется излагать в следующем порядке:

- а) требования к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (например, твердость); указание материалов-заменителей;
- б) размеры (формовочные и штамповые уклоны, радиусы и пр.); предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей; дисбаланс;
- в) требования к качеству поверхностей (отделке, покрытию);
- г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- д) требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
- е) другие требования к качеству, например бесшумность, виброустойчивость;
- ж) условия и методы испытаний;
- з) указания о маркировании и клеймении;
- и) правила транспортирования и хранения;
- к) особые условия эксплуатации;
- л) ссылки на другие документы, содержащие ТТ, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

ТТ для сборочных чертежей должны содержать требования:

- а) к качеству и точности изготовления;
- б) к точности монтажа изделия (допускаемые радиальные, угловые и осевые смещения валов, зазоры и т.п.);
- в) по правилам транспортирования и хранения;
- г) по эксплуатации.

В последнем пункте технических требований, в обоснованных случаях, необходимо привести следующее требование: "Остальные технические требования по СТБ 1014-95." СТБ 1014-95 распространяется на детали, изготавливаемые механической обработкой, из металлов, резины, стекла, карбонильного железа, кожи, войлока, древесины и применяемые в изделиях приборостроения. Он устанавливает общие технические требования, правила

приёмки, методы испытаний, маркировку, упаковку, транспортировку и хранение. В общих технических требованиях содержатся сведения о неуказанных предельных отклонениях размеров, радиусах гибки, вытяжки, закруглений, размерах фасок, глубине зенковки и т.д., например:

- неуказанные предельные отклонения размеров до 1 мм должны быть для отверстий - Н13, валов - Ы3, остальных -  $\pm$  IT 13/2, а размеров свыше 1 мм - для отверстий - Н14, валов - Ы4, остальных -  $\pm$  IT14/2;

- неуказанные предельные отклонения угловых размеров должны быть по 16-й степени точности;

- острые кромки должны быть притуплены радиусом 0,3-0,5 мм или фаской под углом 45°;

- резьба должна быть предохранена от попадания краски;

- неуказанные отклонения формы и расположения поверхностей должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 25.069-81.

На чертежах пружин основные ТТ рекомендуется приводить в последовательности, указанной в ГОСТ 2.401-68, а на чертежах изделий, содержащих надписи, - ГОСТ 9.032-74. Указания о маркировании и клеймении изделий наносят на чертеже по ГОСТ 2.314-68.

Для деталей, изготавливаемых из пластмасс, в последнем пункте ТТ необходимо записать: "Остальные технические требования по ОСТ4ГО.054.066."

При проектировании печатных плат рекомендуется в технических требованиях привести следующие записи:

- ПП изготовить .... методом;

- 1111 должна соответствовать ГОСТ 23752-86, группа жёсткости .....

- класс точности ... по ГОСТ 23751-86;

- шаг координатной сетки .... мм, ГОСТ 2.417-78;

- допускаемые отклонения очертаний проводников, контактных площадок от заданных чертежом;

- покрытие: М 24 О-С (64) 12 опл.;

- маркировку выполнять травлением, шрифт 2,5-Пр3 по СТБ 992-95, в узких местах - шрифт 2,0-Пр3.

ТХ следует помещать отдельно от ТТ под заголовком "Техническая характеристика", который располагается над ТТ. Оба заголовка не подчерки-



вают.

Примеры оформления технических требований и технической характеристики на изделие приведены на сборочном чертеже (рисунок 5.3).

## 5.6 Схемы

Схемы - конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними изображены условно, - позволяют значительно быстрее (чем по чертежам) разобраться в принципе и последовательности действия элементов того или иного устройства. Виды, типы и общие требования к выполнению схем установлены ГОСТ 2.701-84.

В зависимости от элементов, входящих в состав изделия, связей между ними схемы разделяют на различные виды (таблица 5.2). Таблица 5.2 - Виды схем

Виды схем	Обозначение
Электрические	Э
Гидравлические	Г
Пневматические	П
Кинематические	К
Оптические	Л
Вакуумные	<b>В</b>
Газовые	Х
Автоматизации	А
Энергетические	Р
Комбинированные	С
Деления	Д

По основному назначению схемы делят на определенные типы, обозначаемые соответствующей цифрой:

1 - структурные, служащие для общего ознакомления с изделием и определяющие состав и взаимосвязь основных элементов изделия и их назначение;

2 - функциональные, поясняющие процессы, протекающие в изделии и его составных частях;

3 - принципиальные, определяющие полный состав элементов изделия и связи между ними;

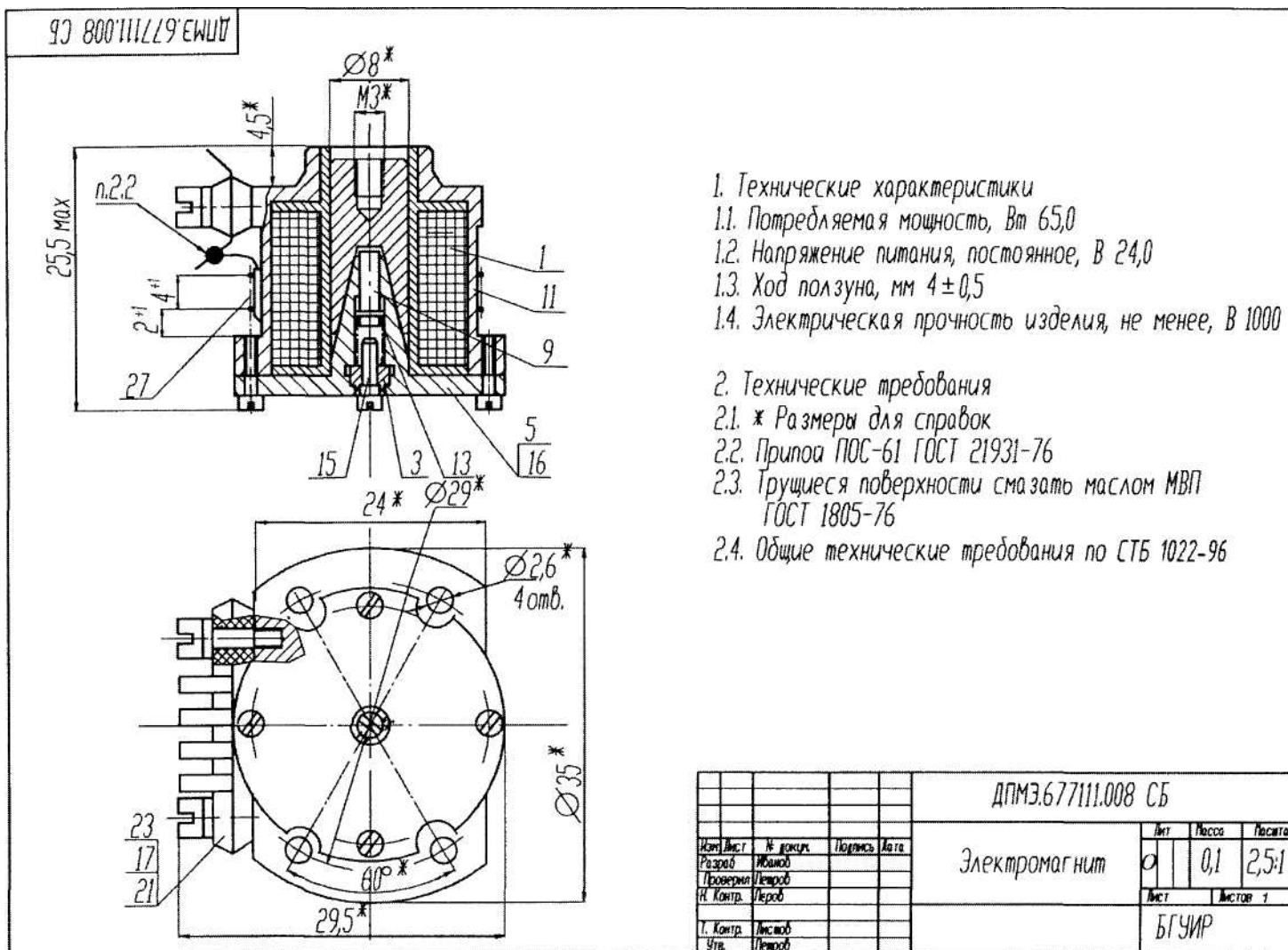


Рисунок 5.3 - Пример сборочного чертежа изделия с технической характеристикой и техническими требованиями

4 - монтажные, показывающие соединения составных частей изделия и элементы этих соединений (провода, кабели, трубопроводы и т.п.);

5 - схемы подключения, показывающие внешнее подключение изделия;

6 - общие, определяющие составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации;

7 - схемы расположения, определяющие относительное расположение составных частей изделия.

Вид и тип схемы определяют ее наименование, например, схема электрическая монтажная. Шифр схемы, входящий в состав ее обозначения, состоит из буквы (вид) и цифры (тип), например, шифр схемы электрической принципиальной - ЭЗ.

Если в состав изделия входят элементы и связи различных видов, разрабатывается комбинированная схема, обозначаемая буквой С. Ее наименование определяется видами и типом, например, схема электропневматическая принципиальная.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба на листах стандартного формата с основной надписью по форме 1. При этом действительное пространственное расположение составных частей изделия можно не учитывать. Элементы изделия изображают в виде условных графических обозначений, устанавливаемых соответствующими стандартами ЕСКД. Связь между ними показывают линиями связи, условно представляющими собой валы, муфты, трубопроводы, кабели и т.п.

Схемы следует выполнять компактно, но не за счет ухудшения ясности и удобства их чтения. Количество изломов и пересечений линий связи должно быть минимальным. Элементы, составляющие отдельное устройство, на схеме выделяют штрихпунктирными линиями с указанием наименований этого устройства.

На схеме одного вида допускается изображать элементы схем других видов, непосредственно влияющих на работу изделия. Эти элементы и их связи изображают штриховыми линиями.

Схемам присваивают обозначение соответствующего им изделия. После обозначения следует записывать шифр схемы. Наименование схемы указывают в основной надписи после наименования изделия.

**5.6.1 Кинематические схемы.** Выполняются в соответствии с правила-

ми, установленными ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.703-68 и ГОСТ 2.770-68 и ГОСТ 2.721-74. В соответствии с ГОСТ 2.703-68 на кинематической схеме необходимо изображать всю совокупность кинематических элементов и их соединений, все кинематические связи между парами, цепями и т.п., а также связи с источниками движения. Кинематическую схему изделия следует вычерчивать, как правило, в виде развертки. Допускается изображать схемы в аксонометрических проекциях и, не нарушая ясности схемы, переносить элементы вверх или вниз от их истинного положения, а также поворачивать их в положения, наиболее удобные для изображения. Сопряженные звенья пары, вычерченные отдельно, следует соединять штриховой линией.

Все элементы схемы должны быть изображены условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.770-68 или упрощенно внешними очертаниями.

Элементы схемы следует изображать:

- валы, оси и т.п. - сплошными основными линиями толщиной  $s$ ;
- элементы, изображенные упрощенно внешними очертаниями (зубчатые колеса, червяки, шкивы, звездочки и т.п.), - сплошными тонкими линиями толщиной  $s/2$ ;
- контур изделия, в который вписана схема, - сплошными линиями толщиной  $s/3$ ;
- кинематические связи между сопряженными звеньями пары, вычерченными отдельно, - штриховыми линиями толщиной  $s/2$ ;
- крайние положения элемента, меняющего свое положение при работе изделия, - тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками;
- валы и оси, закрытые другими элементами (невидимые), - штриховыми линиями.

Пересекающиеся валы и оси в местах пересечения изображают без разрыва.

Каждому кинематическому элементу, начиная от источника движения, присваивается порядковый номер. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы - арабскими. Элементы покупных или заимствованных механизмов не нумеруют, порядковый номер присваивают всему механизму. Номер проставляют на полке линии-выноски. Под полкой необходимо указывать основные характеристики и параметры кинематического элемента:

- мощность электродвигателя, Вт, и частоту вращения его вала, мин<sup>-1</sup> (угловую скорость, рад/с) или мощность и частоту вращения входного вала агрегата;
- вращающий момент, Н-м, и частоту вращения, мин<sup>-1</sup>, выходного вала;
- число и угол наклона зубьев и модуль зубчатых и червячных колес, а для червяка - число заходов, модуль и коэффициент диаметра;
- диаметры шкивов ременной передачи;
- число зубьев звездочек и шаг цепи и т.п.

Наименование каждой кинематической группы элементов (например, привод подачи) нужно наносить на полке линии-выноски, проведенной от этой группы. Сменные кинематические элементы следует обозначать на схеме строчными буквами латинского алфавита и указывать в таблице характеристики для всего набора сменных элементов. Таблицу допускается выполнять на отдельных листах. Сменным элементам порядковый номер не присваивается.

**5.6.2 Электрические схемы.** Выполняются в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75 и ГОСТ 2.708-81. В схемах следует применять условные графические обозначения элементов, предусмотренные стандартами седьмой классификационной группы (ГОСТ 2.747-68 и др.). Изделие на схеме следует изображать в отключенном состоянии.

На принципиальной электрической схеме должны быть изображены все электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, электрические связи между ними и электрические элементы (зажимы, разъемы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Элементы на схеме рекомендуется группировать в соответствии с функциональным назначением в горизонтальные и вертикальные цепи.

Элементы должны быть соединены линиями электрической связи. При этом расстояние между параллельными линиями должно быть не менее 3 мм. При большом числе линий связи и их большой протяженности можно группировать электрически не связанные линии, увеличивая расстояние между группами. Вход единичной линии в групповую и выход из нее должны обозначаться буквами или цифрами.

Каждый элемент схемы должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, наносимое рядом с его условным графическим обозначением (сверху или справа). Позиционное обозначение должно состоять в общем случае из трех частей:

- буквенный код элемента, определяющий его вид, - одна или несколько букв латинского алфавита (например, R - резистор);
- порядковый номер элемента в пределах группы элементов одного вида
- одна или несколько арабских цифр;
- буквенный код функционального назначения данного элемента - одна или несколько букв латинского алфавита.

Нумерацию элементов выполняют по порядку, начиная с единицы, в соответствии с расположением элементов, считая сверху-вниз и слева-направо. Буквы и цифры обозначения следует выполнять чертежным шрифтом одного размера.

Расположение условных обозначений элементов определяется последовательностью процесса и удобством чтения схемы, возможностью нанесения позиционных обозначений и, при необходимости, номинальных параметров элементов.

На схемах рекомендуется приводить характеристики входных и выходных цепей (ток, напряжение, частоту и т.п.) и адреса внешних соединений, записывая их в таблицы, помещаемые взамен условных графических обозначений (плат, разъемов и т.п.). Таблицы должны иметь позиционное обозначение записываемого элемента.

Элементы с регулируемыми параметрами на схеме обозначаются звездочкой и на свободном поле схемы (в ТТ) помещается сноска: "Подбирается при регулировании", а в графе "Примечание" перечня элементов указываются предельные допустимые значения параметров.

Пример выполнения электрической схемы приведен на рисунке 5.4.

При выполнении схемы допускается:

- при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединенных параллельно, изображать только одну ветвь с указанием числа ветвей в месте ответвления и позиционного обозначения всех элементов;

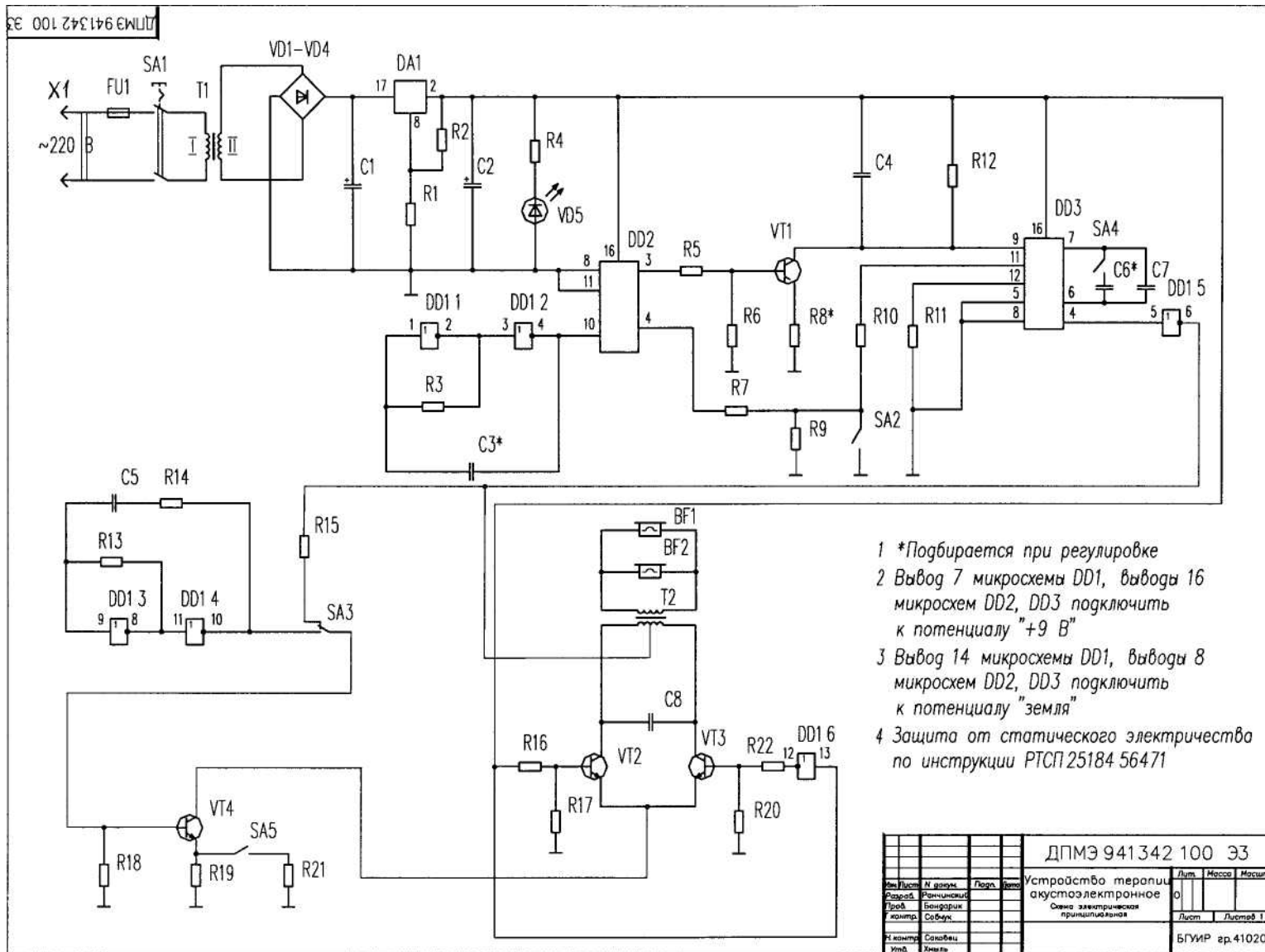


Рисунок 5.4 - Схема электрическая принципиальная

- при наличии в изделии нескольких одинаковых элементов, соединенных последовательно, изображать и обозначать только крайние элементы. Электрические связи между ними показывают штриховыми линиями, над которыми указывают общее число одинаковых элементов. В перечень такие элементы записывают в одну строку.

**5.6.3 Оптические схемы** выполняются по ГОСТ 2.412-81. На оптической схеме должны быть изображены:

- выполняющие определенную функцию оптические элементы изделия;
- источники излучения (упрощенно или условными обозначениями);
- приемники лучистой энергии, например, фотоэлементы, фотоумножители (условными графическими обозначениями).

Элементы, поворачивающиеся или перемещающиеся вдоль или перпендикулярно оси, следует показывать в основном рабочем положении. Кроме него могут быть показаны и другие положения, например, крайние. При необходимости допускается обозначать оси прописными буквами русского алфавита.

Кроме того, на оптической схеме следует указывать:

- положение диафрагм;
- положение зрачков (при необходимости);
- положение фокальных плоскостей, плоскостей изображения и предмета (при необходимости, например, для фотографических объективов и объективов микроскопов); положение экранов, светорассеивающих полостей и поверхностей (при необходимости).

Номера позиций элементам схемы следует присваивать по ходу луча. При разветвлении схемы в несколько направлений номера позиций указываются по одному из направлений до конца, затем последующие номера позиций по другим направлениям.

Если в схему изделия входит элемент, имеющий самостоятельную принципиальную схему (расчет оптических величин), то его следует изобразить упрощенно, обвести тонкой штрихпунктирной линией и указать размеры, определяющие его положение.

Повторяющимся элементам необходимо присваивать один и тот же номер позиции, после которого в скобках допускается ставить порядковый номер.



На принципиальной оптической схеме следует помещать основные оптические характеристики изделия в виде записей на поле схемы или таблицы произвольной формы, например:

- для *телескопических систем*: видимое увеличение, угловое поле оптической системы в пространстве предметов, диаметр выходного зрачка, удаление выходного зрачка от последней поверхности, предел разрешения, коэффициент пропускания (при необходимости);

- для *фотографических объектов*: фокусное расстояние, относительное отверстие, угловое поле оптической системы в пространстве предметов или размер кадра, разрешающую способность и коэффициент пропускания (при необходимости);

- для *фотоэлектрических систем*: размеры фотокатодов или типы фотоприемников, размеры светового пятна на фотокатодах (при необходимости).

На оптической схеме в зависимости от типа следует указывать:

- диаметры диафрагм, размеры зрачков, размеры тела накала или других светящихся элементов источников излучения (при необходимости);

- воздушные промежутки и другие размеры по оси, определяющие взаимное расположение оптических элементов, диафрагм, зрачков, фокальных плоскостей, плоскостей изображения и плоскостей предмета (для систем, работающих на конечном расстоянии), источников излучения и приемников энергии;

- размеры, определяющие пределы рабочего перемещения или предельные углы поворота оптических деталей;

- размеры, определяющие положение оптической системы относительно механических частей прибора, например, размер, определяющий положение объектива микроскопа относительно нижнего среза тубуса (при необходимости);

- габаритные или установочные размеры, например, длину базы, высоту выноса (при необходимости).

**5.6.4 Системы автоматического проектирования (САПР)** в настоящее время широко используются для разработки и оформления КД на СМЭ.

Для разработки топологии и конструкции печатных плат по схеме электрической принципиальной применяется пакет САПР **P-CAD**.

КД в САПР **P-CAD** представляется в двух видах: *в виде схемы электрической принципиальной и в виде печатной платы*. В соответствии с этим в САПР **P-CAD** имеются два графических редактора:

- *схемный редактор*, обеспечивающий создание принципиальной схемы;
- *технологический редактор*, предназначенный для редактирования топологии печатной платы.

**Этапы проектирования печатной платы:**

1. Создание отсутствующих в библиотеке графических компонентов принципиальной схемы.
2. Создание принципиальной схемы.
3. Формирование списка цепей принципиальной схемы.
4. Проверка принципиальной схемы и ее корректировка.
5. Размещение радиоэлементов на плате (автоматическое и полуавтоматизированное).

На заготовке печатной платы, содержащей контуры печатной платы и области запрета для размещения, устанавливаются радиоэлементы, а качество размещения оценивается по интегральному критерию оценки, учитывающему общую длину электрических связей и плотность электрических связей на печатной плате.

6. Создание топологии печатных проводников платы. Осуществляется посредством автоматической трассировки соединений и/или при помощи интерактивной (полуавтоматической) прокладки трасс, которая выполняется в процессе редактирования топологии печатной платы.

7. Подготовка производства печатной платы, которая включает в себя электрический и технологический контроль печатной платы, а также возможные внесения исправлений в печатную плату. Внесенные изменения должны быть учтены в проекте.

8. Вывод КД.

Система **P-CAD** может осуществлять обмен данными с другими пакетами САПР.

Система прикладного компьютерного программирования **AutoCAD** предназначена для автоматизации чертежных работ. Она позволяет создавать любые чертежи, корректировать, компоновать их.

Основными функциями графического редактора системы являются:

1. Создание новых чертежей и сохранение их на диске.
2. Редактирование существующих чертежей.
3. Вывод чертежей на плоттер, принтер.
4. Преобразование чертежей, созданных предыдущими версиями редактора.
5. Восстановление испорченных чертежей.

Кроме этого **AutoCAD** имеет встроенный компилятор языка AutoLISP, который позволяет пользователю расширить возможности системы, а также средства разработки приложений на языке программирования СИ.

В **AutoCAD** имеются чертежи-прототипы. Это некий шаблон чертежа, который копируется в создаваемый новый чертеж со значениями всех системных элементов.

Применение пакетов САПР позволяет значительно облегчить процесс создания и корректировки КД.

## **6 РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

### **6.1 Комплектность и назначение технологических документов**

Единые правила выполнения, оформления, комплектации и обращения технологической документации установлены комплексом стандартов Единой системы технологической документации (ЕСТД). Стандарты ЕСТД распределены по следующим классификационным группам:

- 0 - основные положения;
- 1 - основополагающие стандарты;
- 2 - классификация и обозначение технологических документов (ТД);
- 3 - правила учета применяемости изделий и технологической оснастки;
- 4 - правила оформления ТД на процессы, специализированные по видам работ;
- 5 - правила оформления ТД на испытания и контроль;
- 6 - вспомогательное производство, правила оформления ТД;
- 7, 8, 9 - для последующих стандартов и нормативного хозяйства.

Согласно ГОСТ 3.1102-81, установлены следующие стадии разработки ТД: на этапе разработки конструкторской документации "Эскизный проект" и "Технический проект" технологическая документация соответствует стадии "Предварительный проект" с присвоением литеры "П"; рабочей документации стадии "Опытный образец" присваивается литера "О", стадии "Установочная серия" - литера "А", массового или серийного производства - литера "Б". Разработка технологической документации в курсовом проекте соответствует стадии технического проекта или рабочей документации на стадии опытного образца.

К ТД относятся графические и текстовые документы, назначение и содержание которых приведены в таблице 6.1.

При выполнении дипломных проектов студентами специальности "Медицинская электроника" комплект ТД обычно включает:

- титульный лист (ГОСТ 3.1104-81);
- маршрутные карты (ГОСТ 3.1118-82, формы 1 и 1а),  
или
- технологическую инструкцию (ГОСТ 3.1105-84, формы 5 и 5а).

Таблица 6.1- Виды и назначение основных технологических документов

Вид документа	Содержание и назначение документа
Маршрутная карта (МК)	Описание ТП изготовления изделия по всем операциям в технологической последовательности с указанием оборудования, оснастки, материальных и трудовых нормативов
Технологическая инструкция (ТИ)	Описание приемов работы или ТП, правил эксплуатации средств технологического оснащения, физических и химических явлений, возникающих на отдельных операциях
Карта эскизов (КЭ)	Эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции или перехода
Комплектовочная карта (КК)	Данные о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия
Карта технологического процесса (КТП)	Операционное описание технологического процесса (ТП) изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности по всем операциям одного вида с указанием переходов, технологических режимов и данных об СТО, материалах и затратах
Ведомость оснастки (ВО)	Перечень технологической оснастки и инструмента, необходимых для выполнения данного ТП
Ведомость технологических документов (ВТД)	Состав и комплектность технологических документов, необходимых для изготовления изделия
Операционная карта (ОК)	Описание технологической операции с указанием переходов, данных о технологическом оборудовании, оснастке, инструменте и режимах обработки
Ведомость операций (ВОП)	Операционное описание технологических операций одного вида формообразования, обработки, сборки и ремонта изделия в технологической последовательности, с указанием переходов, режимов и данных об СТО, нормах времени и т.п.

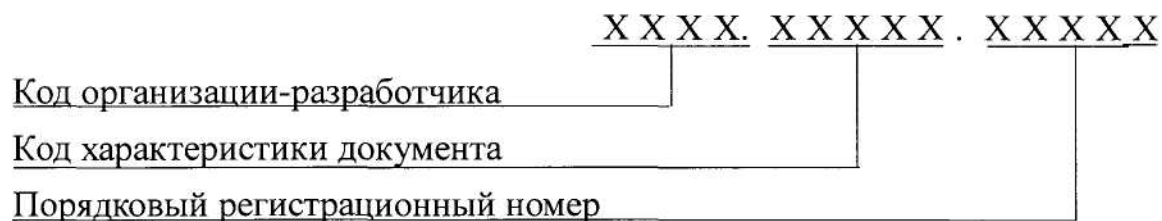
Комплектность ТД в дипломном проекте устанавливается в зависимости от вида проекта и заданного типа производства.

## **6.2 Общие правила оформления технологических документов**

Технологическая документация разрабатывается в виде комплекта документов. Виды технологических документов устанавливает ГОСТ 3.1102-81, состав, формы и правила оформления информационных блоков основной надписи - ГОСТ 3.1103-82, общие требования к документам, формам и бланкам - ГОСТ 3.1104-81, термины и определения основных понятий - ГОСТ 3.1109-82.

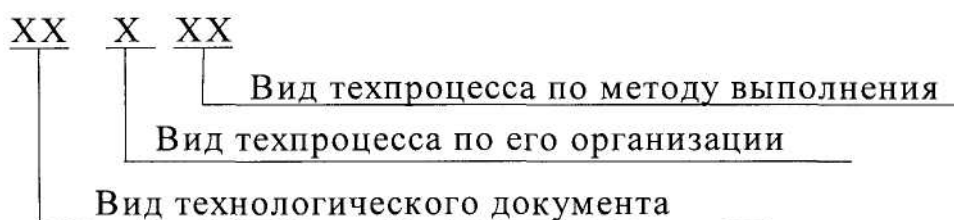
При составлении любого технологического документа обязательно указывают его назначение, область применения, список лиц, участвующих в оформлении документа, и другие сведения.

Каждому разработанному технологическому документу присваивается самостоятельное обозначение. Согласно ГОСТ 3.1201-85, установлена следующая структура обозначения документа:



Четырехзначный буквенный код организации-разработчика присваивается по классификатору предприятий и организаций. В учебных целях для дипломного проекта назначен код ДПМЭ.

Код характеристики документа расшифровывается следующим образом:



Код характеристики документа назначается в соответствии с таблицами 6.2-6.4.

Таблица 6.2 - Вид технологического документа

Код	Вид технологического документа
01	комплект технологической документации
10	маршрутная карта
20	карта эскизов
25	технологическая карта
40	ведомость документов
50	карта технологического процесса

Таблица 6.3 - Вид техпроцесса по организации

Код	Вид техпроцесса по организации
0	без указания
1	единичный процесс
2	типовой процесс
3	групповой процесс

Таблица 6.4 - Вид техпроцесса по методу выполнения

Код	Вид техпроцесса по методу выполнения
00	без указания
01	общего назначения
02,03	технический контроль
06,07	испытания
40-42	механическая обработка
50,51	термическая обработка
75	электрофизическая обработка
80,81	пайка
85	электромонтажные работы
88	сборка
90,91	сварка

Порядковый регистрационный номер присваивают по классификационной характеристике от 00001 до 99999 в пределах кода организации-

разработчика или организации, осуществляющей централизованное присвоение.

Пример обозначения технологической инструкции на контроль функционирования СМЭ: ДПМЭ. 25103.00003, где ДПМЭ - код организации-разработчика; 25 - вид технологического документа (технологическая инструкция); 1 - вид технологического процесса по организации (единичный процесс); 03 - вид технологического процесса по методу выполнения (технический контроль); 00003 - порядковый регистрационный номер.

Документы заполняются следующими способами:

- 1) машинописным с шагом письма 2,54 или 2,6 мм,
- 2) рукописным, черной тушью, четко, с высотой букв и цифр по ГОСТ 2.304-81,
- 3) печатными устройствами (ГОСТ 2.004-88) шрифтом 11 pt.

Наименования разделов и подразделов записывают в виде заголовков и подзаголовков и, при необходимости, подчеркивают. Под заголовками и между разделами следует оставлять 1-2 свободные строки. Запись данных следует производить в технологической последовательности выполнения операций, переходов, приёмов работ, физических и химических процессов.

Операции нумеруют числами ряда арифметической прогрессии (5, 10, 15 и т.д.). Допускается к числам добавлять слева нули. Переходы нумеруют числами натурального ряда (1, 2, 3 и т.д.) в пределах данной операции. Установы нумеруют прописными буквами русского алфавита (А, Б, В и т.д.).

Размерные характеристики и обозначение обрабатываемых поверхностей указывают арабскими цифрами. Для обозначения позиций и осей допускается применять римские цифры.

Допускается применять сокращенную запись наименований и обозначений, если в документе записаны коды или полные наименования и обозначения этих данных. Например, при последовательном применении инструмента одного кода и наименования в нескольких переходах одной операции полную информацию указывают только для перехода, где он впервые применяется. В следующем переходе записывают "То же", далее - кавычки. При применении инструмента одного кода и наименования в разных переходах одной операции, не следующих друг за другом, в переходе, где впервые был применен данный инструмент, допускается указывать номера последующих пере-



ходов, например "ШЦ 11-250-0,05 (для переходов 3, 5, 8)". При этом, записывая соответствующую информацию в этих переходах, дают ссылку, например, "см. переход 1".

### **6.3 Оформление технологических документов общего назначения**

#### 6.3.1 Титульный лист

Титульный лист (ТЛ) является первым листом комплекта технологических документов и заполняется на формах 1 - 4, в соответствии с ГОСТ 3.1105-84. Форму 2 применяют для документов с горизонтальным расположением поля подшивки. В основной надписи, располагаемой в верхней правой части ТЛ, указывают наименование и обозначение изделия по конструкторскому документу, технологический код процесса, литеру, соответствующую этапу разработки, количество листов. Ниже указывают наименования министерства, организации-разработчика. Еще ниже указывают должность и подпись лица, согласовавшего комплект документов от разработчика и утвердившего документ (для дипломных и курсовых проектов необязательно).

Далее прописными буквами записывают: "КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ" или "КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ", ниже строчными - название технологического процесса, например:

"КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ" на  
технологический процесс сборки

Ниже слева указывают должность и подпись лиц, подтверждающих согласование комплекта документов с подразделениями предприятия (для дипломных и курсовых проектов необязательно), справа - ответственных за разработку комплекта документов. В нижней части ТЛ указывают номер акта и дату внедрения технологического процесса в производство, например: АКТ№ 14-01 от 15.05.01.

Пример заполнения ТЛ приведен в приложении Л, где ДПМЭ. 01188.00002 - обозначения ТП, в который входит данный ТП; ДПМЭ. 01188.00005 - обозначение разработанного ТП; БГУИР - наименование организации-разработчика; ДПМЭ. 941342.100 - десятичный номер конструкторского документа, на который составлен настоящий ТП; "Устрой-

ство терапии акустоэлектронное" - наименование изделия, на которое разрабатывается ТП; О - литера документа (опытный образец).

### 6.3.2 Технологическая инструкция

Технологическая инструкция (ТИ) выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1105-84 на формах 5 и 5а. Технологическая инструкция применяется при описании следующих технологических операций:

- имеющих непрерывный характер действия, например, химическое производство;
- специализированных по отдельным методам изготовления или ремонта изделий, формы документов которых не установлены стандартами ЕСТД;
- связанных с приготовлением электролитических растворов, клеев, компаундов, припоев и т.д.;
- правил эксплуатации средств технологического оснащения, физических и химических явлений, возникающих при выполнении отдельных операций;
- настроечных или регулировочных работ.

При разработке технологических инструкций предусматривают вводную часть, в которой должна быть отражена область распространения и назначения данного документа. Текст ТИ разбивают на разделы и подразделы, которые нумеруются. Описание ТИ следует выполнять в технологической последовательности действий, требования техники безопасности приводить перед описанием работы, подлежащей выполнению, в виде ссылок на соответствующие инструкции, например, "ИОТ № 45", или в виде текстового изложения этих требований.

В зависимости от содержания ТИ текст может быть разбит на разделы и подразделы, при этом нумерацию пунктов выполняют по ГОСТ 2.105-95.

В целях удобства обработки информации, содержащейся в ТИ, допускается вводить графу для нумерации строк аналогично МК. При оформлении ТИ с ТЛ для описания содержания ТИ применяют форму 5а, а исполнителей указывают на ТЛ. Допускается взамен ТЛ применять форму 5 ТИ, при этом информацию, характерную для ТЛ, размещать по всему полю документа или только в верхней части документа, используя нижнюю часть для записи ос-

новного содержания ТИ. Графические иллюстрации выполняют непосредственно на формах ТИ.

ТИ по регулировке оформляется по ОСТ 4ГО.000.040.

Как правило, в ТИ включаются следующие разделы: "Оборудование, приспособление, инструмент", "Последовательность технологических операций", "Подготовка рабочего места", "Организация трудового процесса", "Технологический процесс", "Требования безопасности", "Дополнительные указания".

Пример заполнения ТИ приведен в приложении М. На примере ТИ: ДГТМЭ. 01103.00002 - обозначение технологического процесса (ТП), в который входит данный ТП; "3"- общее количество листов в документе; "1"- номер листа ТД; ДГТМЭ. 25103.00003 - обозначение разработанного ТП (технологическая инструкция); БГУИР - наименование организации-разработчика; ДПМЭ. 941342.100 - десятичный номер конструкторского документа, на который составлен настоящий ТП; "Устройство терапии акустоэлектронное" - наименование изделия, на которое разрабатывается ТП; О - литера документа (опытный образец).

### 6.3.3 Маршрутная карта

Маршрутная карта (МК) является одним из важнейших технологических документов комплекта ТД, его составной и неотъемлемой частью, имеет ряд форм. Выбор и установление области применения соответствующих форм МК зависит от разрабатываемых видов технологических процессов, назначения и формы в составе комплекта ТД и применяемых методов проектирования.

Формы и правила оформления маршрутных карт устанавливает ГОСТ 3.1118-82. При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса МК является одним из основных документов, в котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций. При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль свободного документа, в котором указываются адресная информация (номер участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемое технологическое оборудование и трудозатраты.

Для изложения ТП в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой символ. Служебные символы условно выражают состав информации, размещаемой в графах данного типа строки документа, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации. В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, которые отражают определенные виды информации (смотри расшифровку в таблице 6.5) и проставляются перед номером строки.

Таблица 6.5 - Содержание символов, используемых для описания МК

Обозначение символа	Содержание информации, вносимой в графы МК, расположенные в строке
<b>А</b>	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция; номер, код (приложение С) и наименование операции; обозначение документов, применяемых при выполнении операции
<b>Б</b>	Код, наименование операции, трудозатраты.
<b>В, Г, Д, Е</b>	Информация по символам А и Б для форм с вертикальным расположением поля подшивки
<b>К</b>	Комплектация изделия составными частями с указанием наименований и обозначений деталей и сборочных единиц
<b>М</b>	Применяемый материал, исходная заготовка, вспомогательные материалы, коды единицы величины, единицы нормирования, количество на изделие и нормы расхода
<b>О</b>	Содержание операции (перехода)
<b>Т</b>	Применяемая технологическая оснастка
<b>Л,Н</b>	Комплектация изделия для форм с вертикальным расположением поля подшивки

На строках, расположенных ниже граф, в которых указаны их наименования и обозначения, служебные символы проставляет разработчик с учетом выбранного им способа заполнения документов. Запись на строках, имеющих символ О, следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, переноса информации на следующие строки.

При операционном описании ТП номер проставляют в начале строки. Информацию на строках с символом "Т" записывают в последовательности: приспособления, вспомогательный, режущий, слесарно-монтажный, специальные инструменты, средства измерения. Запись выполняют по всей длине строки, разделяя каждый вид инструмента знаком ";" • Количество одновременно применяемых единиц СТО указывают в скобках после кода (обозначения), например, ДПМЭ.ХХХХХХ.ХХХ (5), приспособление для гибки. Графы маршрутных карт заполняют в соответствии с таблицей 6.6.

При заполнении МК следует руководствоваться следующими правилами и требованиями:

- именовать операции кратко и точно, без возможности других толкований;
- начинать с глагольного существительного (например, "установка ЭРЭ на печатные платы", "пайка бескорпусных микросборок на печатные платы", "контроль блока");
- переходы формулировать глаголами в повелительном наклонении (например, "извлечь деталь из тары", "закрепить ручку согласно чертежу", "проверить качество и правильность крепления печатного узла согласно чертежу внешним осмотром"), т.е. построение фразы при формулировании перехода должно обращать внимание исполнителя в первую очередь на главный предмет и действие, а затем указываются предметы и действия, посредством которых достигается основная цель;
- все операции, включая регулировочные и контрольные, вносятся в ТД в порядке их выполнения.

Пример заполнения МК приведен в приложении Н.

Технический контроль в соответствии с ГОСТ 14.318-77 является неотъемлемой составляющей ТП. Технология контроля разрабатывается одновременно с ТП изготовления (сборки, регулировки) изделия и должна содержать:

- необходимое количество контрольных операций;
- последовательность расположения операций;
- методы и средства контроля.

Контрольные операции необходимо заносить в технологические карты с указанием средств их оснащения инструментом, приборами и т.п.

Таблица 6.6 - Кодирование информации в графах маршрутной карты

Служебные символы графы	Условное обозначение графы	Содержание информации в графе
1	2	3
МО1	-	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняется на уровне одной строки с применением разделительного знака "/", например: лист х/к 1x1000x200 ГОСТ3680-57/08 КП ГОСТ 16523-70
МО2	КОД	Код материала по классификатору
МО2	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади) детали, заготовки, материала по классификатору
МО2	<b>МД</b>	Масса детали по конструкторскому документу
МО2	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например, 1, 10, 100, 1000
МО2	Н.расх.	Норма расхода материала
МО2	КИМ	Коэффициент использования материала
А, В	Код, наим. операции	Код операции по технологическому классификатору (приложение С), наименование операции
А, Г	Обознач. документа	Обозначение документа, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции
Б, Д	Код, наимен. оборудов.	Код оборудования по классификатору, краткое наименование
Б, Е	СМ	Степень механизации (код)
Б, Е	Профиль	Код профессии по классификатору ОК ПДТР
Б, Е	Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операций
Б, Е	Ут	Код условий труда по классификатору ОК ПДТО и код вида нормы
Б, Е	КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции, при перемещении грузовой единицы - количество деталей в таре

Продолжение таблицы 6.6

1	2	3
Б,Е	КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
Б,Е	ОП	Объём производственной партии, шт.
Б,Е	Кпп	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании, зависящий от числа обслуживаемых станков М - 1, 2, 3, 4, 5, соответственно -1; 0,65; 0,48; 0,39; 0,35
Б,Е	Тп.з.	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию, мин.
Б,Е	Тшт.	Норма штучного времени на операцию, мин.
К,Л,М	Наимен. детали, сб. единицы, матер.	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов детали, применяемых при выполнении операции
К,Н,М	ОПП	Обозначение подразделения, откуда поступают комплектующие
К,Н,М	Кп	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия
К,Н,М	Нрасх.	Норма расхода материалов
МО2, МО3	Код загот.	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат и т. д.)
МО2, МО3	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки, например, лист 1x100x1000
МО2, МО3	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
МО2, МО3	МЗ	Масса заготовки
А, В	Цех, уч., РМ	Номера (коды) цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция
А, В	Опер.	Номер операции в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение): 005; 010; 015 и т.д.

Для автоматизированного проектирования технологических процессов сборки и монтажа нашли применение ряд пакетов прикладных программ.

Система *TexAC* - программный продукт, предназначенный для инженеров-технологов. Применяется для формирования технологической документации по механообрабатывающему и монтажно-сборочному производству. Система обеспечивает идеальную рабочую среду проектирования технологической документации.

Возможности системы *TexAC*:

- оперативный поиск и перенос в проектируемый технологический документ информации из справочника;
- формирование технологического процесса с использованием аналога;
- формирование технологического процесса из нескольких готовых;
- мощный специализированный редактор текстов технологических документов;
- проведение раскроя листовых материалов на заготовки;
- возможность использования калькулятора для расчетов;
- оперативная настройка на требуемый вид работ;
- возможность выбора цветовой палитры рабочей среды.

Система *TexAC* может работать на компьютерах семейства IBM PC, включая XT, AT, PS/2, а также на совместимых с ними. Компьютер должен работать под управлением операционной системы DOS версии 3.30 или более поздней и иметь не менее 480Кб оперативной памяти. Компьютер может иметь цветной или монохромный монитор, поддерживающий режим отображения в 80 символов. Система *TexAC* не требует использования арифметического сопроцессора 80x87.

Для автоматизированного проектирования технологической оснастки и технологических процессов эффективно применение системы *Techcard*.

В состав комплекса программ для организации рабочего места технолога входят системы:

- 1) *Techcard*;
- 2) автоматизированного проектирования CADMECH-T для построения и оформления операционных эскизов или любых графических изображений, выводимых в технологический документ, работающая в среде *AutoCAD*;
- 3) организации и ведения архива КД и ТД SEARCH;



#### 4) управления базой данных IMBASE.

Относительная простота, доступность и гибкость системы в сочетании с мощным интерфейсом позволяют удовлетворять самые разнообразные требования пользователей:

- создание новых и редактирование имеющихся форм бланков ТД;
- ввод в технологическую карту данных с клавиатуры или из базы данных;
- управление оформлением и выводом на печать документов;
- сопровождение базы данных для различных видов производств с возможностью графической иллюстрации классификаторов, справочников и т.п.;
- создание и сопровождение технологических таблиц и формул для их последующего использования при проектировании ТП;
- создание графических библиотек типовых элементов, стандартных нормализованных деталей с обеспечением редактирования любых текстов полей из базы данных;
- проектирование технологических процессов обработки деталей в диалоговом режиме с использованием базы данных, формул и таблиц;
- взаимосвязь с системой ведения архива КД *SEARCH* для организации и ведения архива технологических документов;
- взаимосвязь с системой разработки конструкторской документации *CADMECH* для проектирования и оформления операционных эскизов и карт наладок.

В системе *Techcard* можно самостоятельно создавать новые типовые техпроцессы и использовать базовые, поставляемые в составе системы. На этапе проектирования после создания нового ТП заполняются общие сведения о детали. При заполнении поля общих сведений система пытается найти в архиве *SEARCH* документ с обозначением, которое совпадает со значением, попавшим в упомянутое поле. Если документ-процесс будет найден, то он будет загружен в то окно редактора, где редактируется новый ТП. Далее выполняются следующие действия:

- создание расцеховочного маршрута по нескольким вариантам;
- выбор сортамента, цеха, участка;
- расчет заготовки по настраиваемым сценариям;

- формирование маршрута обработки с использованием классификатора операций и переходов;
- назначение оборудования по операциям и оснастки по переходам;
- редактирование текста переходов;
- расчет режимов обработки в соответствии с техническими данными оборудования;
- расчет норм времени на операции;
- проектирование операций с эскизами с использованием системы CADVTCH-T;
- определение состава документов, которые требуется получить пользователю;
- получение комплекта ТД;
- сохранение ТП в архиве и выведение ТД на печать.

Для работы с системой *Techcard* необходимо в качестве клиента иметь компьютер следующей конфигурации: процессор класса Pentium 150 и выше; оперативная память не менее 32 мегабайтов; 20 мегабайтов на жестком диске для установки клиентской части (70 мегабайтов на жестком диске сервера для установки серверной части); видеоадаптер с памятью не менее 1М и монитор SVGA, поддерживающий разрешение 800x600 точек и более; система Microsoft Windows 95/98/NT 4.0/ NT 5.0; AutoCAD R14.

Полную информацию по отдельным компонентам пакетов прикладных программ по разработке КД и ТД можно найти в соответствующих справочниках.

При использовании САПР для разработки технологических документов дополнительно необходимо учитывать стандарты, определяющие требования к такого рода документам.

## **7 ТИПОВЫЕ РАСЧЕТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ КАСКАДОВ**

### **7.1. Содержание расчетов электронных каскадов**

Разработка СМЭ предполагает разработку структурной и принципиальной (функциональной) электрической схемы.

При проектировании структурной схемы системы или устройства необходимо руководствоваться рядом стандартных технических решений, определяющих порядок организации и взаимодействия блоков и узлов между собой и с внешними устройствами. Основой для разработки структурной схемы системы (устройства) являются формализованное описание работы устройства или алгоритм работы устройства, протоколы передачи данных, алгоритм обработки сигналов и т.д. На основании этого и с учетом принципов реализации и применения различных классов устройств выбираются реализация блоков (генераторы, регистры, источники тока и др.) и взаимосвязь между ними.

Большинство современных СМЭ построено по магистрально-модульному принципу организации, при котором отдельные блоки формируются в законченные модули с конкретными функциями, которые объединяются в необходимые конфигурации с помощью линий связи. В основе магистрально-модульной организации системы лежат направленный на достижение предельных характеристик максимально высокий уровень стандартизации элементной базы внутренних блоков модулей, компонентов внутримодульных и межмодульных связей, а также системы информационных шин.

Разработка принципиальной (функциональной) схемы СМЭ предполагает электрические расчёты аналоговых схем и датчиков-измерителей и исполнительных устройств, синтез цифровых устройств, схематический расчет элементов БИС, системотехнический синтез устройств управления, синтез микропроцессорных систем управления и обработки биомедицинской информации.

Расчеты схем могут содержать определение электрических и динамических параметров линий связи [30]. Параметры линий связи (волновое сопротивление, коэффициент затухания, задержка распространения сигнала и т.д.) во многом определяют такие их важные характеристики, как быстродейст-

вие, габаритные размеры, надёжность. Наиболее широко для организации интерфейсных линий связи используются стандарты однопроводной линии связи RS-232C, двухпроводных - RS-423A, RS-422A, RS-485, MIL-STD1553B.

В схемотехнике находят широкое применение фильтры верхних и нижних частот, полосовые, заграждающие, фазовые, перестраиваемые фильтры. Поэтому при проектировании схем важен расчет характеристик пассивных и активных фильтров (амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики, частоты среза и т.д.). [33, 34].

Схемы включения транзисторов с "общим эмиттером", "общим коллектором", "общей базой" в усилительные цепи являются основой схемотехники. В дипломном проекте могут быть приведены расчеты источников опорного напряжения, источники стабильного тока, схемы транзисторных ключей, схемы Дарлингтона, дифференциальных каскадов и т.д. [31-34].

Составной частью почти любого устройства является генератор гармонических или каких-либо других колебаний. В зависимости от конкретного применения генератор может использоваться как источник регулярных импульсов ("часы" в цифровой системе); от него могут потребоваться устойчивость и точность (опорный интервал времени в частотомере); регулируемость (гетеродин передатчика или приемника) или способность генерировать колебания точно заданной формы: LC-генераторы, кварцевые генераторы, синусоидальные RC-генераторы, генераторы специальной формы, мультивибраторы [31-34]. Расчет генераторов предполагает расчеты номиналов электрических компонентов, определение режимов работы генератора и т.д.

Схемотехнические расчеты элементов БИС содержат расчеты входных, выходных характеристик и параметров логического базового элемента, элементов памяти и интерфейса, передаточные характеристики, типовую зависимость задержки переключения и т.д.[30-32].

Разработка цифровых узлов предполагает синтез схем комбинационного типа (преобразователей кодов, мультиплексоров, схем выполнения логических и арифметических операций и т.д.), устройств с памятью (делителей, регистров, схем синхронизации и др.), цифровых автоматов. Реализация цифровых устройств выполняется на дискретных логических элементах, программируемых логических матрицах, ПЗУ, БИС, функционально законченных узлах, микропроцессорных БИС. Синтез устройств на основе

однокристалльных микроЭВМ, периферийных интерфейсных контроллеров, процессоров цифровой обработки информации, специализированных процессоров должен содержать разделы разработки аппаратной (схему включения и сопряжения контроллеров с внешними элементами и т.д) и программной частей (алгоритм работы и программу на языке Ассемблер) [30-32, 35-37].

Системотехническое проектирование СМЭ может содержать расчёт и синтез схем фазовой автоподстройки частоты и схемы слежения за задержкой, когерентного приёмника, цифровых фильтров и т.д. [38].

## **7.2 Примеры типовых расчетов**

### **7.2.1 Расчет и выбор усилителя биоэлектрических сигналов.**

Источником сигналов для усилителя биоэлектрических сигналов (УБС) являются живые организмы (биологические объекты). Основными особенностями биоэлектрических источников сигнала, которые необходимо учитывать при проектировании УБС, являются:

1) нестабильность и обычно высокое значение внутреннего сопротивления биоэлектрических генераторов. В процессе длительного исследования внутреннее сопротивление эквивалентного генератора возбуждения может меняться в пределах  $10^3$ - $10^6$  Ом, что определяет необходимость высокого входного сопротивления УБС.

2) на входах УБС не допускается наличие напряжения, которое через подводящие провода и электроды оказывало бы воздействие на биообъект в виде возбужденных макро- или микротоков.

3) необходимость подавления паразитного синфазного сигнала, который по величине может превысить полезный разностный (дифференциальный) сигнал. Основными причинами возникновения синфазных помех на входах УБС являются наводки промышленной частоты, наводки от источников возбуждающего напряжения, применяемых при измерении ряда физиологических параметров, физиологические помехи, представляющие собой сигналы от соседних органов и тканей. Подавление синфазных сигналов осуществляется применением на входе УБС дифференциальных усилителей (каскадов).

Размах биоэлектрических сигналов, снимаемых при различных электрофизиологических исследованиях, лежит в диапазоне от 5 мВ до 120 мВ, диапазон частот этих сигналов - от  $10^0$  до  $10^4$  и более.

К основным требованиям, предъявляемым к УБС, относятся:

- 1) высокое входное сопротивление, не менее чем на порядок превышающее максимально возможное внутреннее сопротивление источника биосигнала;
- 2) способность эффективно подавлять синфазные помехи;
- 3) низкий уровень собственных шумов (отношение сигнал/шум, приведенное ко входу УБС, как правило, должно быть не менее 2);
- 4) обеспечение заданной полосы пропускания, особенно со стороны низких частот;
- 5) малые габариты, экономичность.

Если бы источник биопотенциалов, линия связи и УБС были строго симметричны, то проблема борьбы с синфазной помехой не существовала. Однако по ряду причин такую симметрию либо невозможно получить, либо в процессе эксперимента она нарушается. В результате синфазная помеха преобразуется в дифференциальный сигнал, который уже невозможно отличить от полезного сигнала.

Основными местами преобразования синфазной помехи в нормальный дифференциальный сигнал при регистрации биоэлектрической активности являются источник биосигналов, отводящие провода и непосредственно УБС.

Источник биопотенциалов (ИБП) с точки зрения возникновения синфазной помехи можно представить в форме изображенной на рисунке 7.1, где  $C_1, C_2$  - емкости источника биопотенциалов относительно "земли";  $Z_{ВН1}, Z_{ВН2}$  - комплексные сопротивления источника (включая сопротивления участка "электрод - кожа"). Источник полезного биосигнала на схеме не показан. Коэффициента преобразования синфазной помехи в дифференциальный сигнал (\*)

$$a = \frac{X_{C2}Z_{ВН1} - X_{C1}Z_{ВН2}}{(Z_{ВН1} - jX_{C1})(Z_{ВН2} - jX_{C2})}. \quad (7-1)$$

Если внутреннее сопротивление источника биопотенциалов достаточно мало, то (7.1) примет вид:

$$a = j(Z_{ВН1}/X_{C1} - Z_{ВН2}/X_{C2}). \quad (7.2)$$

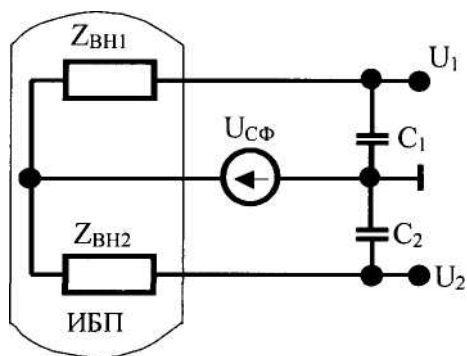


Рисунок 7.1 - Эквивалентная схема источника биопотенциалов

Из (7.1) и (7.2) следует, что разбаланс внутреннего сопротивления источника, сопротивления участка "электрод-поверхность отведения", емкости биообъекта относительно "земли" будут приводить к преобразованию синфазных помех в эквивалентный нормальный сигнал. Особенно существенный вклад в этот процесс будет вносить изменение емкости исследуемого объекта при его движении. Если положить, что внутреннее сопротивление источника носит чисто активный характер, причем  $R_1 = R_2 = R$ , то коэффициент  $a$  будет полностью определяться разбалансом емкостной составляющей:

$$a = j\omega R(C_2 - C_1). \quad (7.3)$$

Отводящие от электродов к УБС проводники можно представить в виде RC-фильтра, изображенного на рисунке 7.2, где роль  $R$  играют сопротивления проводников, а  $C$  - емкости этих проводников относительно "земли" или экранирующей оплетки.

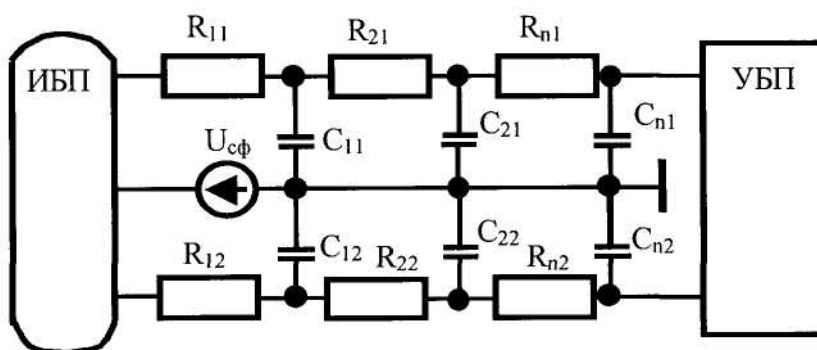


Рисунок 7.2 - Эквивалентная схема отводящих проводников:  
УБП - усилитель биопотенциалов, ИБП - источник биопотенциалов

Представив сопротивления и емкости в сосредоточенной форме, получаем эквивалентную схему, рассмотренную ранее (см. рисунок 7.1). Очевид-

но, что преобразование синфазной помехи в нормальный сигнал может происходить в подводящих проводах из-за активного и ёмкостного разбаланса. Так как обычно  $R_1 = R_2$ , то наиболее существенное влияние здесь играет ёмкостный разбаланс, для которого справедлива формула (7.3), где  $C_1$  и  $C_2$  - результирующие ёмкости отводящих проводников относительно "земли".

В связи с тем, что УБС является одним из основных звеньев, от которого зависит помехоустойчивость электрофизиологической измерительной системы, то к нему предъявляются высокие требования по режекции синфазных сигналов.

Наибольшее влияние на режекцию синфазных сигналов оказывают первые каскады. В частности, желательно иметь в 1-м каскаде коэффициент усиления синфазного сигнала  $K_{сф}$  близким к нулю и минимальный разбаланс плеч. Преобразование синфазного сигнала в нормальный может происходить за счет разбаланса паразитных связей. Разбаланс УБС может также происходить из-за нестабильности источников питания, нелинейности УБС при больших помехах и по другим причинам.

Наиболее распространенными способами уменьшения синфазных сигналов схемно-конструктивными методами являются:

1) скручивание отводящих проводников и их экранирование. Для уменьшения уровня наводок оба подводящих к УБС проводника целесообразно размещать в одном экране;

2) балансировка и фильтрация. Эти меры являются достаточно эффективными, если синфазная помеха занимает частотный диапазон, отличный от спектра передаваемой информации. Примером подобных мер может служить использование на входе УБС блокировочного конденсатора для уменьшения высокочастотной наводки;

3) использование специальных электродов, паст, методов крепления и точек отведения, уменьшающих напряжение гальваническо-поляризационной ЭДС и кожных потенциалов;

4) использование схем без источников возбуждения или с источниками, создающими синфазную помеху с частотным спектром, существенно отличающимся от спектра измеряемого сигнала;

5) использование дифференциальных усилителей с высоким коэффициентом ослабления синфазного сигнала.



Простейший дифференциальный усилитель на одном операционном усилителе (ОУ) показан на рисунке 7.3, а. Выходное напряжение представляет собой сумму двух составляющих, одна из которых обусловлена сигналом  $U_1$ , а другая - сигналом  $U_2$ :

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_2 R_4 / (R_3 + R_4 X_i + R_2 / R_i) - U_1 R_2 / R_i. \quad (7.4)$$

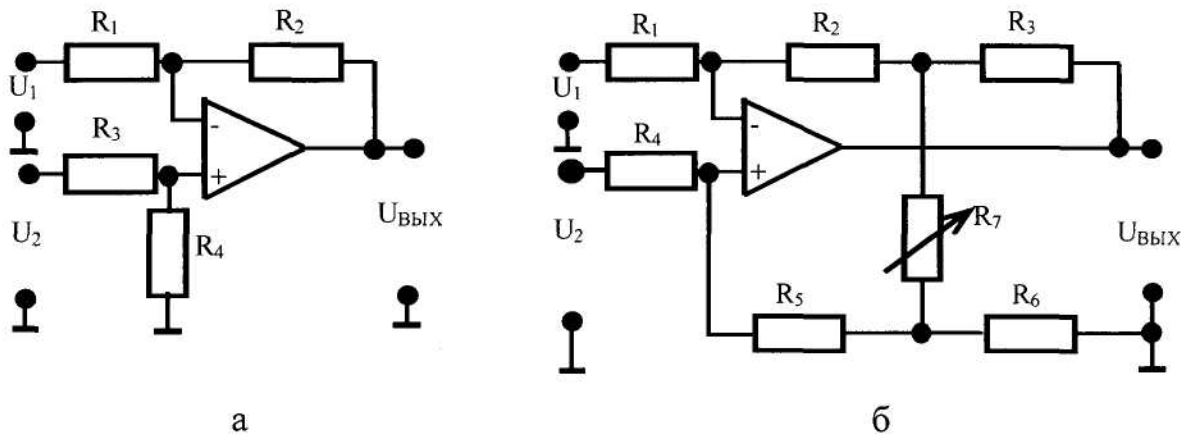


Рисунок 7.3 - Дифференциальные усилители на одном ОУ

Если принять

$$R_3 / R_4 = R_i / R_2, \quad (7.5)$$

то выходное напряжение будет изменяться пропорционально разности входных сигналов:

$$U_{\text{ВЫХ}} = (U_2 - U_1) R_2 / R_i. \quad (7.6)$$

При выборе резисторов в цепи обратной связи ОУ необходимо учитывать максимальный выходной ток  $I_{\text{ВЫХ}} \text{ макс}$  и входной ток смещения  $I_{\text{см}}$ .  $I_{\text{ос}}$  должен иметь значение в пределах от  $10 I_{\text{см}}$  до  $0,1 I_{\text{ВЫХ}} \text{ макс}$ . Для предотвращения насыщения входной сигнал ОУ не должен превышать значения, при котором на выходе достигается максимальное выходное напряжение. Целесообразно устанавливать  $U_{\text{ВЫХ}} \text{ макс} = U_{\text{НПТ}} - 1 \text{ В}$ .

Сопротивление в цепи обратной связи ОУ определяется по формуле

$$R_{\text{ос}} = (U_{\text{НПТ}} - 1) / I_{\text{ос}}. \quad (7.7)$$

С учетом конечного значения коэффициента ослабления синфазного сигнала  $M_{\text{сф}}$  равенство (7.4) будет иметь вид:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_2 R_4 / (R_3 + R_4 X_i + R_2 / (R_i X_i + 1 / M_{\text{сф}})) - U_1 R_2 / R_i. \quad (7.8)$$

Таким образом, для того чтобы усилитель реагировал только на разность входных сигналов, необходимо отношение сопротивлений  $R_3/R_4$  устанавливать исходя из равенства:

$$R_3/R_4 = R_1/R_2(1 + 1/M^\wedge) + 1/M^\wedge. \quad (7.9)$$

Недостатками данного дифференциального усилителя являются относительно низкие входные сопротивления и сложность регулировки коэффициента усиления. Входные сопротивления усилителя по схеме рисунка 7.3, а для сигналов  $U_1$  и  $U_2$  равны:

$$R_{вх1} = R_1; R_{вх2} = R_3 + R_4. \quad (7.10)$$

Из последних соотношений и равенства (7.5), в частности, следует, что для того, чтобы иметь  $R_{вх1} = R_{вх2}$ , необходимо принять

$$R_3 = R_1^2 / (R_1 + R_2). \quad (7.11)$$

Низкие входные сопротивления простейшего дифференциального усилителя приводят к тому, что его коэффициенты усиления для сигналов  $U_1$  и  $U_2$  зависят от внутренних сопротивлений источников этих сигналов.

Регулировка коэффициента усиления в рассматриваемом усилителе возможна только путем одновременного изменения двух резисторов (например,  $R_2$  и  $R_4$ ). В противном случае будет нарушаться равенство (7.5).

Производить регулировку усиления, не нарушая "дифференциальности" усилителя, позволяет несколько усложненная схема дифференциального усилителя (рисунок 7.3, б).

Для того чтобы коэффициенты усиления напряжений  $U_1$  и  $U_2$  были одинаковыми по модулю, необходимо принять  $R_4 = R_j$ ,  $R_5 = R_2$ ,  $K_б = K_з$

Тогда выходное напряжение

$$U_{внх} = (U_2 - U_1) [(R_2 + R_3)/R_1 + 2R_2R_3/(R_1R_7)]. \quad (7.12)$$

Регулировку коэффициента усиления можно производить, изменяя сопротивление  $R_7$ .

Чтобы построить дифференциальные усилителя, имеющие высокие входные сопротивления для обоих источников сигнала, необходимо применить два или три ОУ.

Схема дифференциального усилителя на двух ОУ показана на рисунке 7.4.

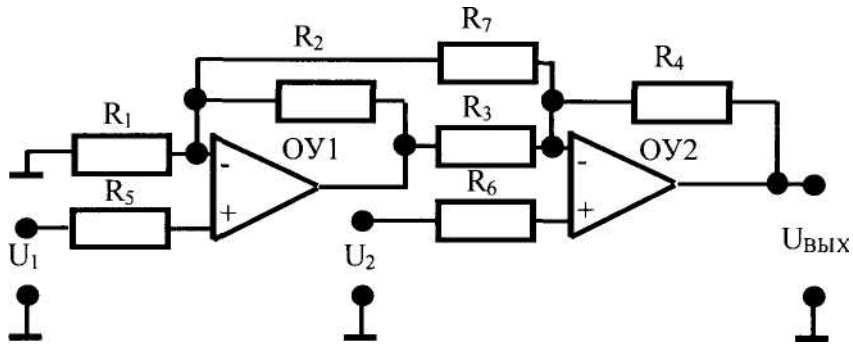


Рисунок 7.4 - Дифференциальный усилитель на двух ОУ

Для того чтобы выходное напряжение было пропорционально разности входных напряжений ( $U_2 - U_1$ ), необходимо выполнение равенства  $R_2/R_1 = R_3/R_4$ . При этом коэффициент усиления, равный

$$K_u = U_{\text{ВЫХ}} / (U_2 - U_1) = [1 + R_4/R_3 + R_1/R_7], \quad (7.13)$$

можно регулировать, изменяя сопротивление  $R_7$ .

На рисунке 7.5 показана схема дифференциального усилителя на трех ОУ. При  $R_7/R_6 = R_5/R_4$  выходное напряжение

$$U_{\text{ВЫХ}} = (U_2 - U_1) [1 + (R_2 + R_3)/R_1] R_5/R_4. \quad (7.14)$$

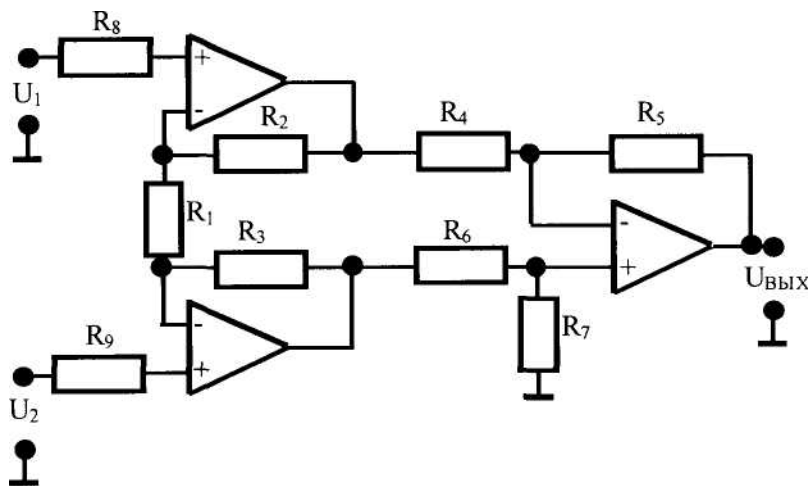


Рисунок 7.5 - Дифференциальный усилитель на трех ОУ

Для регулировки коэффициента усиления в данном случае можно использовать резисторы  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ .

В схеме на трех ОУ коэффициент усиления синфазного сигнала каждого входного ОУ равен 1 (при идеальных ОУ), в то время как коэффициент усиления дифференциального сигнала для первого каскада



		X3X4		00	01
		11	10		
X1X2	00	1	0	1	1'
	01	1	0	1	1
	11	1	1	0	0
	10	1	0	0	0

Рисунок 7.6 - Группы на карте Карно для четырех переменных

Квадратная группа расположена в первой и второй строках карты. В этих строках переменная X1 равна логическому 0, а X1 - логической 1. Переменные X2 и X4 меняют свое значение, поэтому терм для этой группы содержит X1X3. Применяв аналогичную процедуру к двум другим группам, имеем:

$$Y = \overline{X1} X3 + X3X4 + X1X2X4.$$

Устройство, синтезированное в соответствии с полученным выражением, представлено на рисунке 7.7.

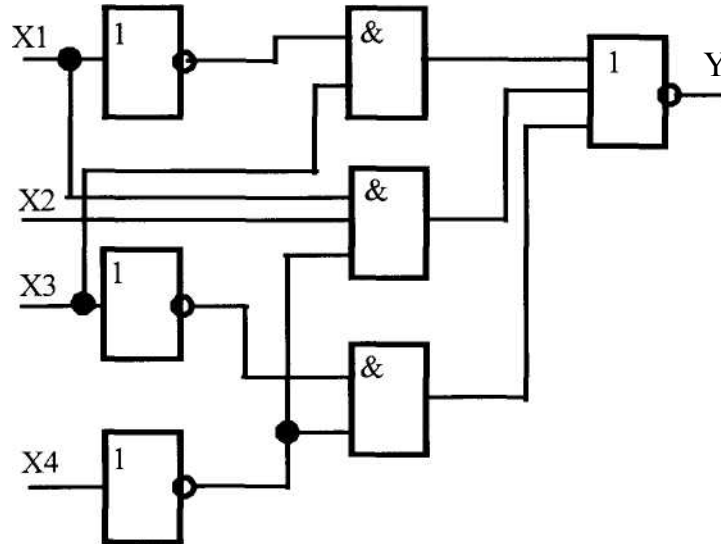


Рисунок 7.7 - Схема дешифратора

7.2.3 Методика расчета электрического сигнала на приемнике излучения.

Рассмотрим радиационный пирометр, в котором в качестве приемника излучения применена термобатарея. При известном коэффициенте пропускания оптической системы, исходя из теплового баланса термобатареи, можно

определить выходной сигнал оптоэлектронного устройства (ОЭСИТ). В стационарном режиме

$$E = \frac{\xi(F_1 T_1^4 - F_3 T_3^4)}{(1 - \varepsilon)(T_2 + T_3)(T_2^2 + T_3^2) + \frac{c}{\chi \sigma}}, \quad (7.16)$$

где  $E$  - ЭДС термобатарей;  $B$ , - постоянная термобатарей;  $\varepsilon$  - излучательная способность обратной стороны термобатарей;  $T_1, T_2, T_3$  - соответственно температуры излучателя, выделенной приемной части термобатарей и корпуса;  $F_1$  и  $F_3$  - коэффициенты, определяемые свойствами оптической системы;  $X$  - площадь выделенной приемной части термобатарей;  $a$  - постоянная Стефана-Больцмана;  $c$  - коэффициент теплоотдачи конвекцией и теплопроводностью от термобатарей.

В общем случае электрический сигнал на приемнике излучения ОЭСИТ определяется выражением

$$E = AS_{\lambda_{\max}} \int_0^{\infty} b_{\lambda T} a_{\lambda} d\lambda, \quad (7.17)$$

где  $S_{\lambda_{\max}}$  - максимальная спектральная чувствительность;  $B^{\wedge}_T$  - спектральное распределение плотности энергии излучения;  $A$  - коэффициент, характеризующий оптическую систему ОЭСИТ;  $a_{\lambda}$  - относительная характеристика приемника;  $X$  - длина волны излучения.

Электрический сигнал, возникающий на приемнике, чаще всего выражается в миллиамперах. Для большинства электронных схем требуется электрический сигнал представить в виде напряжения.

Для фотоэлементов, фотоумножителей, фоторезисторов, фотодиодов при малом значении фототока, т.е. при  $U_c \ll U_{\text{нум}}$  и при  $R_t = \text{const}$ , напряжение электрического сигнала определяется как

$$U_c = I_c \frac{R_H R_i}{R_H + R_i}, \quad (7.18)$$

где  $I_c$  - фототок в приборе;  $R_t$  - внутреннее сопротивление приемника;  $R_H$  - сопротивление нагрузки.

Для фотодиодов, работающих в вентильном режиме, а также для фото-

резисторов ( $R, \wedge const$ ) точно определить  $U_c$  аналитически невозможно, поэтому оно определяется графоаналитическим способом. Основное уравнение фотодиода имеет вид

$$I_{\phi} = I_s \left( \exp \frac{eU_{\phi}}{A_s kT} - 1 \right) + \frac{U_{\phi}}{R_H}, \quad (7.19)$$

где  $I_{\phi}$  - фототок короткого замыкания;  $I_s$  - ток насыщения;  $e$  - заряд электрона;  $u_{\phi}$  - напряжение на фотодиоде;  $T$  - температура фотодиода, К;  $A_s$  - коэффициент, зависящий от типа фотодиода: для кремниевого фотодиода  $A_s = 1$ , для германиевого фотодиода  $A_s = 4$ . Если  $R_H = \infty$ , то

$$U_{\phi} = U_c = \frac{A_s kT}{e} \ln \left( \frac{I_{\phi}}{I_s} + 1 \right). \quad (7.20)$$

Из (7.20) следует, что  $U_c$  является нелинейной функцией от  $I_{\phi}$ . Если  $R_H = \infty$ , то уравнение (7.20) превращается в трансцендентное и определить  $U_c$  можно только графическим путем.

Сопротивление р-я-перехода при  $U < p = 0$  обозначим как  $R_0 = \frac{A_s kT}{e I_s}$ . Так как  $a = R_H / R_0$ ;  $\beta = I_H / I_s$ ,  $\alpha = u_{\phi} / R_H$ , то уравнение (7.20) примет вид  $I_{\phi} / I_s = e^{\alpha \beta} - (1 - \beta)$ ; ИЛИ

$$\frac{I_H}{I_{\phi}} = \frac{\beta}{\exp(\alpha \beta) - (1 - \beta)}. \quad (7.21)$$

Из (7.21) следует, что  $\frac{I_H}{I_{\phi}} = f\left(\frac{I_{\phi}}{I_s}, \alpha\right)$ .

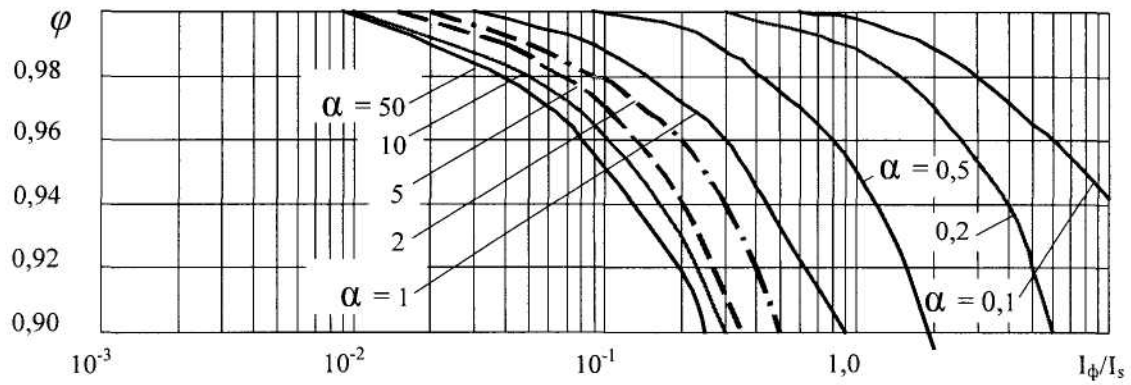
На рисунке 7.8, а, б приведены зависимости:

$$\varphi = f(I_{\phi} / I_s, \alpha);$$

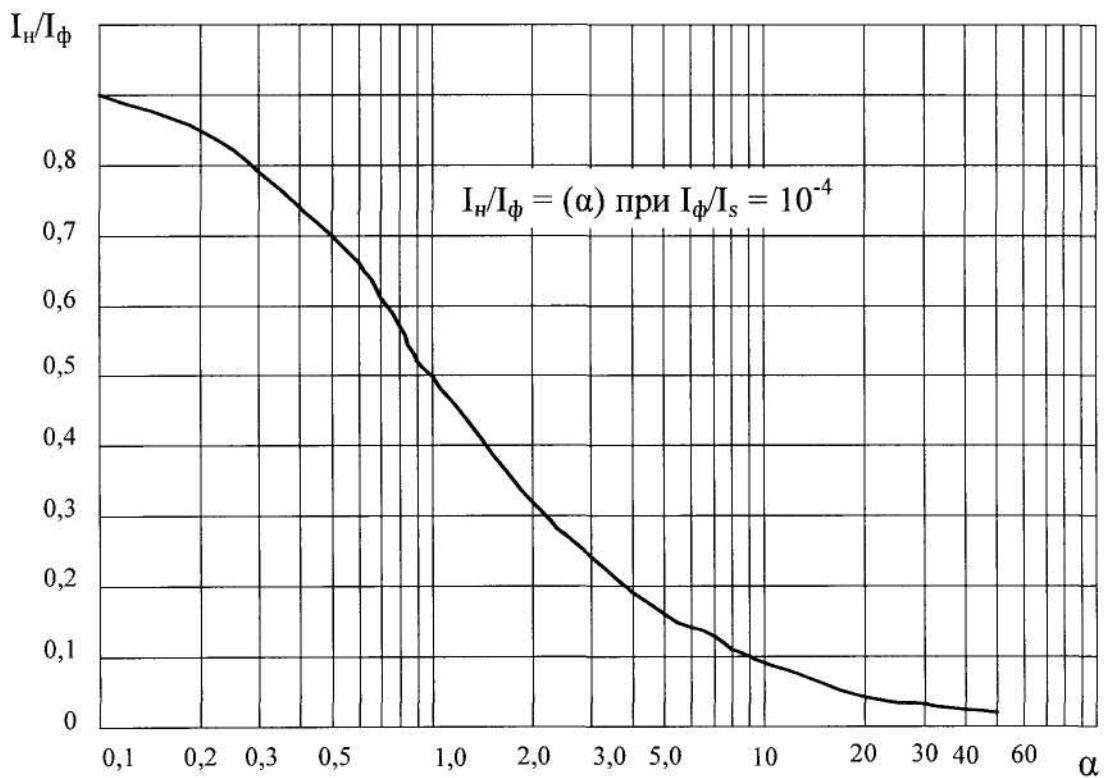
$$\psi = I_H / I_{\phi} = f(\alpha) \quad \text{при} \quad I_{\phi} / I_s = 10^{-4},$$

позволяющие быстро выполнить расчеты по определению оптимальных режимов работы и параметров схемы при заданных параметрах фотодиода

$$i_H = w^J 0 > u_c = u_{\phi} = < P W K^R H -$$



а



б

Рисунок 7.8 - Параметры сигнала с фотодиода

Если  $R_T$  - «темновое» сопротивление фоторезистора, то падение на его фотосопротивлении потока излучения можно представить как появление дополнительного сопротивления  $\mathcal{Y}_\phi$ , уменьшающегося при увеличении мощности светового потока. Тогда  $R_\phi = I_\phi / U_\phi = S_3 \Phi^\alpha U_\phi^\alpha / U_\phi = S_3 \Phi^\beta U_\phi^{\beta-1}$ .

Для большинства случаев ( $\beta=1$ , следовательно,

$$R_\phi = S_3 \Phi^\alpha, \quad (7.22)$$

где  $S_3$  - чувствительность фоторезистора к лучистому потоку.



При использовании в ОЭСИТ спектрального отношения фоторезисторов необходимо, чтобы отношение их фотосопротивлений при различных потоках однозначно определялось отношением потоков. Из (7.22) следует, что  $R_{\phi_2} / R_{\phi_1} = (\Phi_{T2} / \Phi_{T1})^a$ , т.е. необходимо, чтобы  $a = const$ .

Напряжение сигнала  $U_c$  определяется как параметрами фоторезисторов ( $R_\phi, R_T$ ) и напряжением на них, так и сопротивлением нагрузки  $R_H$ .

При напряжении сигнала  $U_c$ , значительно меньшем  $u_\phi$

$$U_c / U_\phi = R_\phi / (R_H + R_\phi) - R_\phi / R_H; \quad R_\phi = R_T R_\phi / (R_\phi + R_T) \quad (7.23)$$

или

$$U_c = \frac{1}{(1 - \beta)[1 - \gamma(1 + \beta)]} U_\phi, \quad (7.24)$$

где  $\beta = R_H / R_\phi$ ;  $\gamma = R_T / R_H$ .

Величину  $1/\phi$  выбирают, исходя из обеспечения длительной стабильной работы фоторезисторов и минимального уровня шумов.

Максимальное значение спектральной чувствительности *Бамако* определяется как отношение электрического сигнала, генерируемого фотоприемником, к мощности падающего на приемник монохроматического потока.

Измерение абсолютной спектральной чувствительности сопряжено с большими техническими трудностями. Представляет интерес определение ее по чувствительности к лучистому  $S_\lambda$  или световому  $S_{ce}$  потоку (определяемому как отношение электрического сигнала, генерируемого приемником, к падающему на приемник потоку  $\Phi_\lambda$  или  $\Phi_{ce}$  в ваттах или люменах), по относительной спектральной характеристике (ОСХ) чувствительности и по спектральному распределению коэффициента излучения источника  $s = f(a)$ .

Как правило, ОСХ определяется на монохроматоре. Определение  $S^{\wedge}ОКС$  заключается в следующем: ОСХ разбивают на ряд участков  $\Delta\lambda$ , и определяют  $\sum(\Delta\lambda a_\lambda \varepsilon_\lambda)$ , где  $a_\lambda$  - среднее значение ОСХ в области  $\Delta\lambda$ , тогда

$$S_{\lambda_{\max}} = \frac{S_\lambda \Phi_{ce}}{\sum(\Delta\lambda a_\lambda \varepsilon_\lambda)} = \frac{S_{ce} \Phi_{ce}}{\sum(\Delta\lambda a_\lambda \varepsilon_\lambda)}. \quad (7.25)$$

Формула (7.25) позволяет определить  $S^{\wedge}$  при любой температуре, а также установить связь между  $S_\lambda$  и  $S_{ce}$ .

Для сравнения приемников надо значения  $S_\lambda$  привести к одной темпера-

туре. Это необходимо также, когда при определении параметров приемника трудно получить высокую температуру источника излучения. Для определения  $S_{XMOКС}$  при известных  $S_3$  и  $S_{ce}$  необходимо знать для каждого приемника три постоянных коэффициента:

$$q_1 = S_{\lambda_{\max}} / S_{\lambda_{\max}2800}, q_2 = S_{2_{\max}} / S_{\text{Э}_{\max} 2800}, q_3 = S_{\lambda_{\max}} / S_{\text{св}_{\max} 2800}$$

и два коэффициента  $q_4$  и  $q_5$ , зависящих от температуры источника  $T_u$ :

$$q_4 = S_{\dot{Y}} / S_{\dot{Y}2800} = f(T_{\dot{E}}); \quad q_5 = S_{\dot{n}\dot{a}} / S_{\dot{n}\dot{a}2800} = f(T_{\dot{E}}).$$

Тогда

$$S_{\lambda_{\max}} = q_1 / q_{4T} S_{\text{Э}} = q_2 / q_{2T} S_{\text{св}},$$

$$S_{\text{Э}T2} = \frac{q_{4T2}}{q_{4T1}} S_{\text{Э}T1}, \quad S_{\text{св}T2} = \frac{q_{5T2}}{q_{5T1}} S_{\text{св}T1},$$

$$S_{\text{св}} = \frac{q_{4T2}}{q_3 q_{4T1}} S_{\text{Э}},$$

где  $S_{f2800}$ ,  $S_{T1}$  и  $S_{T2}$  - значение  $S$  при температурах источника, равных соответственно 2800 К,  $T_1$  и  $T_2$ .

В таблице 7.1 приведены значения  $q_1$  и  $q_2$  ( $\#3 = 21,4$ ) для ряда приемников. В качестве излучателя использовалась вольфрамовая лампа. Спектральные характеристики приемников приведены на рисунке 7.9. На рисунке 7.10 приведены кривые  $q_4$  и  $q_5$  для указанных приемников.

В большинстве фотоприемников чувствительный слой удален от входного окна, что приводит к потерям части лучистого потока при неперпендикулярном к поверхности падении лучей. В ряде приемников входным окном является линза и сигнал фотоприемника зависит от угла падения параллельного пучка лучей.

Зависимость интегральной чувствительности фотоприемника от угла падения параллельного пучка лучей на его входное окно называется апертурной характеристикой. Апертурную характеристику необходимо учитывать при согласовании фотоприемника с оптической системой. На рисунке 7.11, а приведены апертурные характеристики фотодиодов, на рисунке 7.11, б - апертурные характеристики фоторезисторов, здесь же для сравнения приведена апертурная характеристика чувствительного элемента фоторезистора без конструктивных элементов (кривая 1).

Таблица 7.1 - Значения коэффициентов

Тип приемника излучения	Номер приемника		
Фотоэлемент СЦВ - 6	1	36	780
Фотоэлемент Ф - 9	2	2,8	60
Кремниевый фотоэлемент	3	1,82	39
Германиевый фотоэлемент	4	1,53	33
Фоторезистор PbS	5	1,84	39
Фоторезистор TeS	6	20,6	440
Фоторезистор InSb	7	5,0	106
Неселективный термоэлемент	8	3,0	65
Неселективный термоэлемент с опти- кой из стекла «пирекс»	9	2,96	63
Неселективный термоэлемент	10	11,5	20
Неселективный термоэлемент с опти- кой из флюорита	11	1,0	310

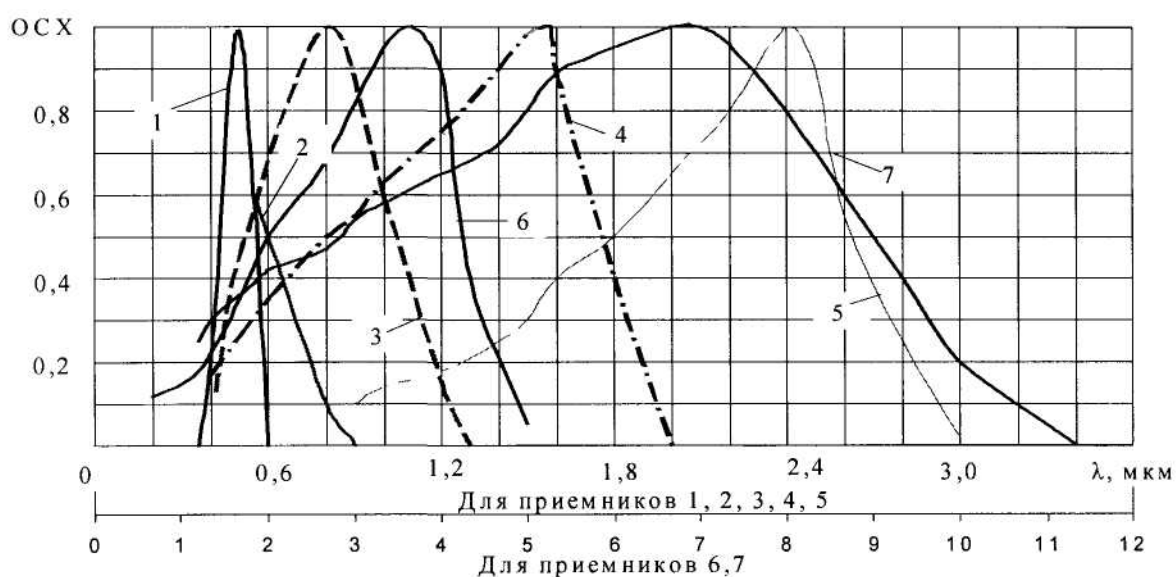
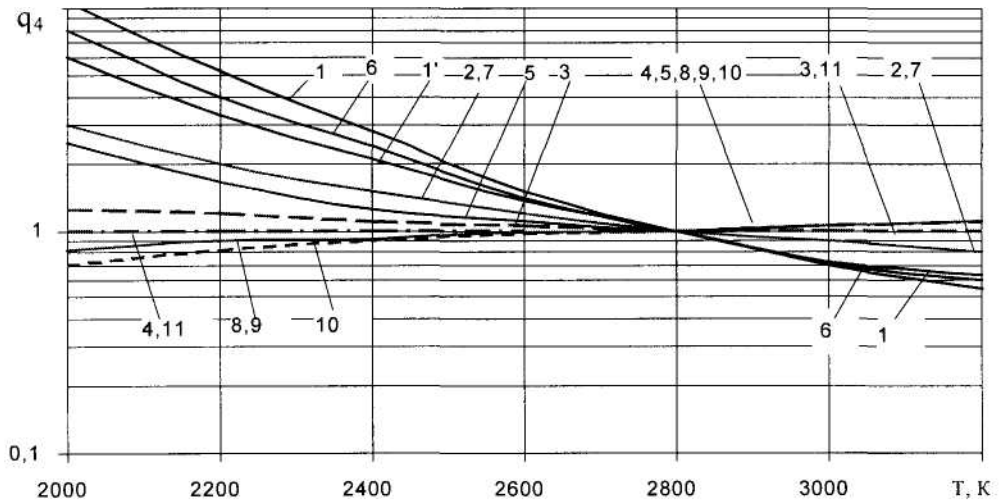
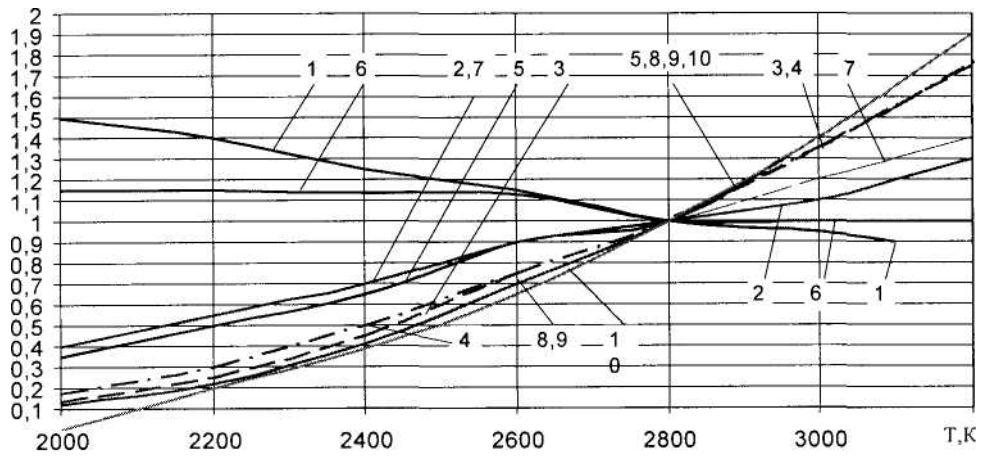


Рисунок 7.9 - Спектральные характеристики некоторых фотоприемников

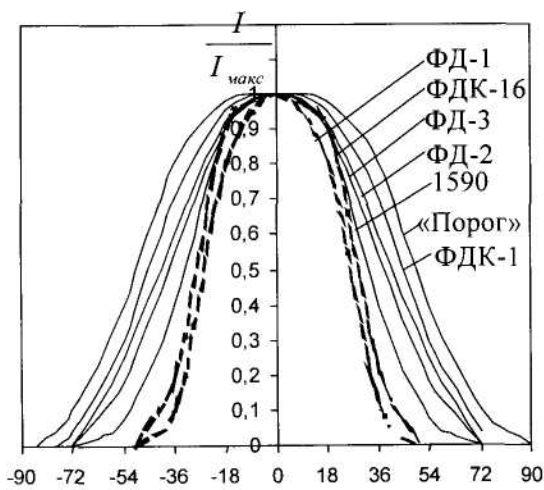


а

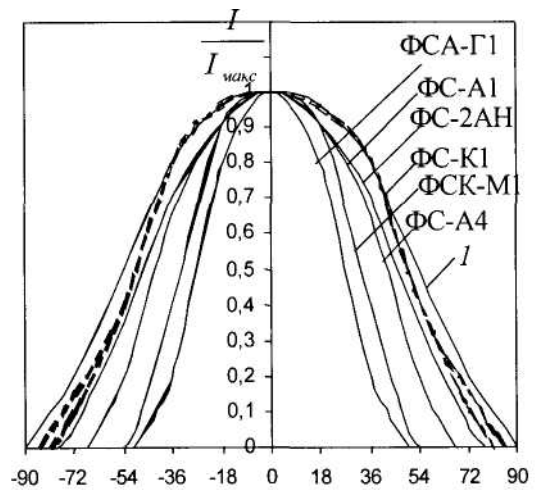


б

Рисунок 7.10 - Значения  $q_4$  и  $q_5$  для ряда фотоприемников



а



б

Рисунок 7.11 - Апертурные характеристики фотоприемников

При разработке спектральных ОЭСИТ необходимо преобразование в электрический сигнал потока излучения от объекта одновременно в различных областях спектра. До последнего времени это осуществлялось путем разделения потока во времени или в пространстве, выделения необходимых участков спектра с помощью фильтров и дальнейшего преобразования потоков в электрические сигналы с помощью нескольких приемников излучения. При этом применялись комбинации приемников с различными спектральными характеристиками.

В последнее время появились многослойные фотоприемники с разной спектральной чувствительностью, расположенные последовательно друг за другом, причем каждый более коротковолновый приемник для более длинноволновых служит фильтром, срезающим коротковолновую часть спектра. Поле зрения всех приемников практически одинаково, т.е. приемники воспринимают излучение одного и того же участка объекта, что весьма важно.

Применение твердых растворов  $Pb_{1-x}Sn_xTe$  или  $Cd_xHg_{1-x}Te$  позволяет менять спектральную чувствительность приемников излучения, выполненных на их основе. Это дает возможность изготавливать многоспектральный приемник излучения на базе одного материала (с различным  $x$ ). Чувствительный слой может быть выполнен как фоторезистор или фотодиод.

На рисунке 7.12, а приведена спектральная характеристика трехспектрального приемника на основе фоторезистора  $Cd_xHg_{1-x}Te$ , работающего в диапазоне длин волн 2-14 мкм. Он состоит из трех фоточувствительных слоев с различным содержанием  $Cd$  (с различным  $x$ ), наложенных друг на друга. Спектральная характеристика каждого слоя (1, 2, 3) определяется пропусканием не только вышележащих слоев, но и защитного слоя (эпоксидной смолы).

На рисунке 7.12,б приведена спектральная характеристика трехспектрального приемника излучения, выполненного также на основе  $Cd_xHg_{1-x}Te$ , но работающего в фотодиодном режиме.

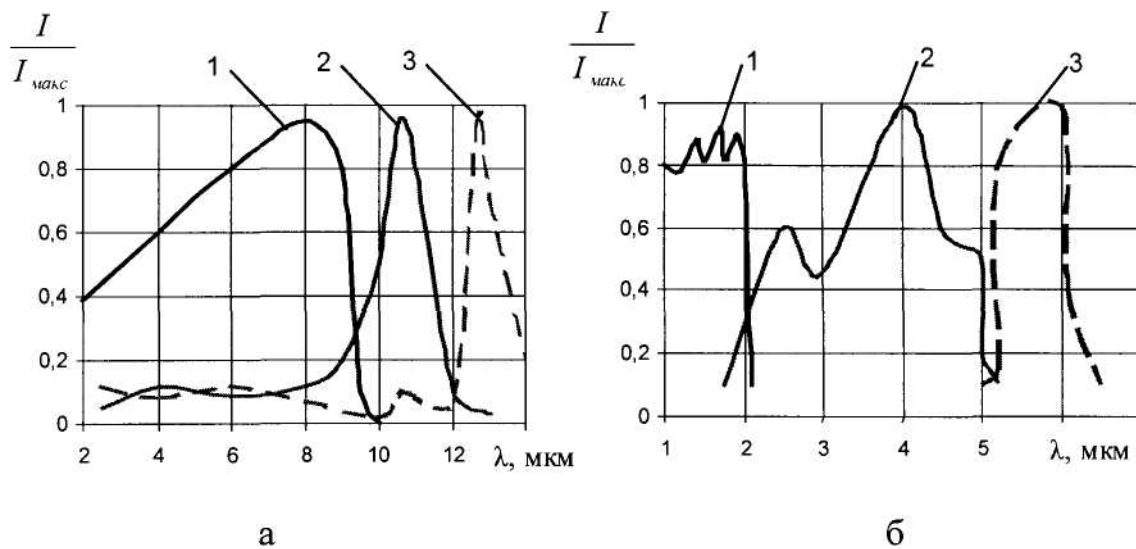


Рисунок 7.12 - Спектральные (относительные) характеристики многослойных приемников излучения

Многослойные приемники излучения с характеристиками, близкими к идеальным, в настоящее время находятся в стадии серийного освоения.

## **8 ГОСУДАРСТВЕННЫЕ И ОТРАСЛЕВЫЕ СТАНДАРТЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

СТБ 1014-95. Изделия машиностроения. Детали. Общие технические условия.

СТБ 1022-96. Изделия машиностроения. Сборочные единицы. Общие технические условия.

ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения.

ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению КД и ТД на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий.

ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность КД.

ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки.

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.

ГОСТ 2.108-68 ЕСКД. Спецификация.

ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2.113-75 ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы.

ГОСТ 2.114-95 ЕСКД. Технические условия. Правила построения, изложения и оформления.

ГОСТ 2.118-73 ЕСКД. Техническое предложение.

ГОСТ 2.119-73. Эскизный проект.

ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. Технический проект.

ГОСТ 2.123-83 ЕСКД. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании.

ГОСТ 2.125-88 ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов.

ГОСТ 2.301-68 - ГОСТ 2.321-68 ЕСКД. Правила оформления КД.

ГОСТ 2.401-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей пружин.

ГОСТ 2.410-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей металлических конструкций.

ГОСТ 2.413-72 ЕСКД. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготавливаемых с применением электрического монтажа.

ГОСТ 2.414-75 ЕСКД. Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и приводов.

ГОСТ 2.415-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками.

ГОСТ 2.416-68 ЕСКД. Условные изображения сердечников магнитопроводов.

ГОСТ 2.417-91. Правила выполнения чертежей печатных плат.

ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационные документы.

ГОСТ 2.602-95 ЕСКД. Ремонтные документы.

ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.702-75 - ГОСТ 2.711-68 ЕСКД. Правила выполнения схем.

ГОСТ 2.722-68 - ГОСТ 2.796-81 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.

ГОСТ 3.1001-81 ЕСТД. Общие положения.

ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.

ГОСТ 3.1103-82 ЕСТД. Основные надписи.

ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения.

ГОСТ 3.1116-79 ЕСТД. Нормоконтроль.

ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные техпроцессы.

ГОСТ 3.1120-83 ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.

ГОСТ 3.1121-84 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции).

ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения ТД.

ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки (сварка, пайка).

ГОСТ 3.1428-91 ЕСТД. Правила оформления документов на технологические процессы (операции) изготовления печатных плат.



ГОСТ 3.1502-85 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технический контроль.

ГОСТ 3.1507-84 ЕСТД. Правила оформления документов на испытания.

ГОСТ 3.1703-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов, слесарные и слесарно-сборочные работы.

ГОСТ 3.1704-81 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Пайка и лужение.

ГОСТ 3.1901 -74 ЕСТД. Нормативно-техническая информация общего назначения, включаемая в формы технологических документов.

ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделия. Общие требования.

ГОСТ 12.2.025-76. Изделия медицинской техники. Электробезопасность. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 14.206-73 ЕСТД. Технологический контроль конструкторской документации.

ГОСТ 19.005-85 ЕСПД. Р-схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические и правила выполнения.

ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов.

ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.

ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам.

ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.

ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.

ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 20.57.406-81. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний.

ГОСТ 9663-75. Резисторы. Ряд номинальных мощностей рассеяния.

ГОСТ 9664-74. Резисторы. Допустимые отклонения от номинального значения сопротивления.

ГОСТ 10317-79. Платы печатные. Основные размеры.

ГОСТ 10318-80. Резисторы переменные. Основные параметры.

ГОСТ 12661-67. Конденсаторы и резисторы электрические. Длины монтажные и диаметры проволочных выводов.

ГОСТ 15172-70. Транзисторы. Перечень основных и справочных параметров.

ГОСТ 17021-88. Микросхемы интегральные. Термины и определения.

ГОСТ 17230-71. Микросхемы интегральные. Ряд питающих напряжений.

ГОСТ 17447-72. Микросхемы интегральные для цифровых вычислительных машин и устройств дискретной автоматики. Основные параметры.

ГОСТ 17465-80. Диоды полупроводниковые. Основные параметры.

ГОСТ 17466-80. Транзисторы биполярные и полевые. Основные параметры.

ГОСТ 17467-88. Микросхемы интегральные. Основные размеры.

ГОСТ 18725-83. Микросхемы интегральные. Общие технические условия.

ГОСТ 18472-88. Приборы полупроводниковые. Основные размеры.

ГОСТ 19095-73. Транзисторы полевые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.

ГОСТ 19150-84. Контакты магнитоуправляемые герметизированные. Общие технические условия.

ГОСТ 19480-89. Микросхемы интегральные. Термины, определения и буквенные обозначения электрических параметров.

ГОСТ 19761-81. Переключатели и выключатели модульные, кнопочные и клавишные. Общие технические условия.

ГОСТ 20003-74. Транзисторы биполярные. Термины, определения и буквенные обозначения.

ГОСТ 20406-75. Платы печатные. Термины и определения.

ГОСТ 20504-81. Система унифицированных типовых конструкций, агрегатных комплексов ГСП. Типы и основные размеры.

ГОСТ 20790-93. Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия.

ГОСТ 21414-75. Резисторы. Термины и определения.

ГОСТ 21415-75. Конденсаторы. Термины и определения.

ГОСТ 22174-76. Резисторы переменные непроволочные. Корпусы. Основные размеры.

ГОСТ 22261-82. Средства измерений электрических и магнитных величин.

ГОСТ 22719-77. Микровыключатели и микропереключатели. Термины и определения.

ГОСТ 23622-79. Элементы логических ИМС. Основные параметры.

ГОСТ 23751-86. Платы печатные. Основные параметры конструкций.

ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия.

ГОСТ 23945.0-80. Унификация изделий. Основные положения.

ГОСТ 24013-80. Резисторы постоянные. Основные параметры.

ГОСТ 24354-80. Индикаторы знакосинтезирующие полупроводниковые.

ГОСТ 24460-80. Микросхемы интегральные цифровых устройств. Основные параметры.

ГОСТ 25529-82. Диоды полупроводниковые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.

ГОСТ 26975-86. Микросборки. Термины и определения.

ГОСТ 28601.1-90. Средства измерений и автоматизации. Панели и стойки. Основные размеры.

ГОСТ 29137-91. Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования.

ГОСТ 30324.0-95. Изделия медицинские электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 30324.10-95. Изделия медицинские электрические. Частные требования безопасности к стимуляторам нервов и мышц.

ГОСТ Р 50267.0.4-99. Изделия медицинские электрические. Общие требования безопасности. Требования к программируемым медицинским электронным системам.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструкционные материалы: Справочник / Под. общ. ред. Б.Н. Арзамасова. - М: Машиностроение, 1990.
2. Справочник по электротехническим материалам: В 3 т. / Ю.В. Корицкий и др. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо и др. - Мн.: Выш. шк., 1988.
4. Справочник конструктора-приборостроителя. Детали и механизмы приборов / В.Л. Соломахо и др. - Мн.: Выш. шк., 1990.
5. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие / С.С. Борушек и др. - М.: Изд-во стандартов, 1989.
6. Справочник конструктора точного приборостроения / Под общ. ред. К.Н. Явленского. - Л.: Машиностроение, 1989.
7. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие: В 2 кн. - М.: Машиностроение, 1988.
8. Технологические лазеры: Справочник: В 2 т. / Под общ. ред. Г.А. Абильсинтова. - М.: Машиностроение, 1991.
9. Конструирование приборов: В 2 кн. / Под ред. В. Краузе. - М.: Машиностроение, 1987.
10. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1990.
11. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебное пособие для студентов специальности "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" / Н.С. Образцов, В.Ф. Алексеев, С.В. Ковалевич и др.; Под ред. Н.С. Образцова. - Мн.: БГУИР, 1994.
12. Справочник конструктора РЭС: Компоненты, механизмы, надежность / Н.А. Барканов, Б.Е. Бердичевский, П.Д. Верхопятницкий и др.; Под ред. Р.Г. Варламова. - М.: Радио и связь, 1985.
13. Разработка и оформление конструкторской документации РЭС: Справочник / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликов, Н.Г. Миронова, А.В. Алимов. - М.: Радио и связь, 1989.
14. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник/ А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко.- Мн.: Выш. шк., 2002.

15. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. А.П. Достанко, Ш.М. Чабдарова. - М.: Радио и связь, 1989.
16. Борн Гюнтер. Форматы данных: Пер. с нем.- Киев: Торгово-издательское бюро ВНУ, 1995.
17. Клинов А.С. Форматы графических файлов.- Киев: НИПФ "ДиасофтЛтд.", 1995.
18. Джамп Д. AutoCAD. Программирование: Пер. с англ. С.С. Богданова / Под ред. А.С. Богданова. - М.: Радио и связь, 1992.
19. Романычева Э.Т., Сидорова Т.М., Сидоров СЮ. AutoCAD. Практическое руководство. - М.: ДМК, Радио и связь, 1997.
20. Разевич В.Д., Блохин СМ. Система PCAD-8.5. Руководство пользователя. - М.: ДМК, ЗНАК, 1997.
21. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC: Пер. с англ./Под ред. У. Томпкинса, Дж. Уэбстера. - М.: Мир, 1992.
22. Лантух-Лященко А.И., Высокович Е.В. Введение в AutoCAD версии 12, 13.-М.: ЭКОМ, 1996.
23. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник/ С.А. Аничкин, С.А. Белов, А.П. Кулешова. -М.: Радио и связь, 1990.
24. Интерфейсы систем обработки данных: Справочник / Под ред. А.А. Мячева. - М.: Радио и связь, 1989.
25. Электрохимические покрытия изделий РЭА: Справочник/ И.Д. Груев, Н.И. Матвеев, Н.Г. Сергеева. - М.: Радио и связь, 1988.
26. Кундас СП., Боженков В.В., Шахлевич Г.М. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию "Разработка и оформление технологической документации на процессы производства РЭС и ЭВС": В 2 ч.-Мн.:МРТИ, 1991.
27. Зиневич А.В., Рассветаев В.В. Применение ультразвука в медицине.-Л., 1986.
28. Квашин СЕ. Теория, расчет и проектирование низкочастотных ультразвуковых медицинских инструментов: Уч. пособие по курсу «Теория, расчет и проектирование мед. техники». - М.: Изд-во МВТУ, 1989.
29. Усатенко СТ., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. - М.: Изд-во стандартов, 1989.

30. Белоус А.И., Пономарь В.Н., Силин А.В. Схемотехника биполярных микросхем для высокопроизводительных систем обработки информации. - Мн.: Полифакт, 1998.
31. Шагурин И.И., Петросянц К.О. Проектирование цифровых микросхем на элементах инжекционной логики. - М.: Радио и связь, 1994.
32. Алексеенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Радио и связь, 1990.
33. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. - М: Мир, 1982.
34. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. - М.: Мир, 1984.
35. Емельянов В.А. Быстродействующие цифровые КМОП БИС.- Мн.: Полифакт, 1998.
36. Хвощ С.Т., Варлинский Н.Н., Попов Е.А. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления: Справочник. - Л.: Машиностроение, 1987.
37. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
38. Чердынцев В.А. Радиотехнические системы. - Мн.: Выш. шк., 1988.
39. Партала О.Н. Радиокомпоненты и материалы: Справочник. - Киев: Радиоаматор, М.: КУБК-а, 1998.
40. Камышников В.С. Справочник по биохимической лабораторной диагностике: В 2 т. - Мн.: Беларусь, 2000.
41. Соловьева Г.Р. Магнитотерапевтическая аппаратура. -М.: Медицина, 1991.
42. Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. - Киев: Навукова думка, 1992.
43. Жуковский В.Д. Автоматизированная обработка данных клинических функциональных исследований. - М.: Медицина, 1985.
44. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин СМ. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1984.
45. Демецкий А.М., Цецохо А.В. Учебное пособие по применению магнитной энергии в практике здравоохранения. - Мн., 1990.

46. Меерсон Ф.З. Адаптационная медицина. Концепция долговременной адаптации. -М.: Дело, 1993.
47. Алеев Л.С., Вовк М.И., Горбанев В.Н. «Миотон» в управлении движениями. - Киев: Навукова Думка, 1980.
48. Основы физиологии функциональных систем / Под ред. К.В. Судакова. -М.: Медицина, 1985.
49. Биотехнические системы: Теория и проектирование / Под ред. В.М. Ахутина. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1981.
50. Мартынов Н.Н., Иванов А.П. MATLAB 5.X. Вычисления, визуализация, программирование. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000.
51. Калакутский Л.И., Вейнер В.А., Головкин С.В. Измерительная система для статистического анализа сердечного режима // Вопросы разработки и внедрения радиоэлектронных средств при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. - М.: Радио и связь, 1984.
52. Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей / А.В. Барковский, В.Л. Беззубчиков, В.Е. Бельгов и др.; Под ред. Р.И. Утямышева и М. Враны. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
53. Электрическая стимуляция мозга и нервов у человека / Н.П. Бехтерева, С.В. Медведев, А.Н. Шандурина и др. - Л.: Наука, 1990.
54. Бакалов В.П. Методы биотелеметрии. - Л.:Наука, 1983.
55. Бакалов В.П. Электросвязь в биологии и медицине.- М.: Радио и связь, 1998.
56. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1989.
57. Шорох Г.П., Ляндрес И.Г., Назаренко П.М. Лазеры, плазменный скальпель в неотложной абдоминальной хирургии.- Мн.: Навука і тэхніа, 1993.
58. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD 7.0 в математике, физике и Internet. - М.: Нолидж, 1999.
59. Однокристалльные микроЭВМ/А.В. Боборыкин, Г.В. Липовецкий, Г.В. Литвинский и др. - М.: МИКАП, 1994.
60. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах / В.В. Сташин, А.В. Урусов и др. - М.: Энергия, 1996.

61. Системы комплексной электромагнитотерапии: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.М. Беркутова, В.И. Жулева, Г.А. Кураева, Е.М. Прошина. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.

62. Попечителей Е.П., Корневский Н.А. Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника: Учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 2002.

63. Разевиг В.Д. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001. - М.: «СОЛОН-Р», 2001.

64. Федоренков А., Кимаев А. AutoCAD 2002: практический курс. - М.: «ДЕСС КОМ», 2002.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

***Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по проектированию средств медицинской электроники и устройств для обеспечения их производства, ремонта, обслуживания и т.д.***

Тема дипломного проекта: Акустоэлектронное устройство терапии.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 *Схема электрическая структурная устройства.*
- 2 *Питание: от сети переменного тока 220 В 50 Гц.*
- 3 *Габаритные размеры: не более 150x80x50 мм.*
- 4 *Масса прибора: не более 0,5 кг.*
- 5 *Условия эксплуатации: класс II, группа ВF по ГОСТ Р 50267.0-92:  
- диапазон рабочих температур +10 ... +35 °С;  
- относительная влажность до 95% при температуре +30 °С;  
- атмосферное давление 710 ±90 Торр;  
- механические воздействия отсутствуют.*
- 6 *Входные и выходные параметры и характеристики:  
выходная мощность 1 Вт;  
диапазон частот акустических колебаний 50 - 20 000 Гц;  
частотно-импульсная модуляция.*
- 7 *Программа выпуска: 500 шт. в год.*
- 8 *Остальные требования уточняются в процессе проектирования.*

### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

#### Введение.

- 1 *Анализ современных способов и устройств для лечебного и терапевтического воздействия акустическими колебаниями (включая патентный обзор).*
- 2 *Разработка технического задания (ТЗ).*
- 3 *Анализ задания на дипломное проектирование.*
- 4 *Разработка электрической схемы:*
  - 4.1 *Обоснование электрической структурной схемы.*
  - 4.2 *Учет влияния на работу блока объекта установки (устройства), чело века-оператора и внешней среды.*
  - 4.3 *Разработка электрической принципиальной схемы.*
  - 4.4 *Электрический расчет блоков устройства:*
    - 4.4.1 *Задающий генератор.*
    - 4.4.2 *Генератор управляемый напряжением.*
    - 4.4.3 *Выходной каскад.*

#### 4.4.4 Блок управления.

### 5 Разработка конструкции устройства:

5.1 Выбор и обоснование комплектующих элементов и материалов конструкции устройства:

5.1.1 Обоснование выбора активных и пассивных элементов.

5.1.2 Обоснование конструкторского исполнения устройства, выбор вида электрического монтажа.

5.1.3 Обоснование выбора материалов.

5.2 Расчет основных компоновочных характеристик устройства (блока, коэффициента заполнения по объему).

5.3 Расчет электромагнитной совместимости.

5.4 Разработка печатной платы (*передней панели, деталей*) (с использованием САПР).

5.5 Расчет показателей надежности устройства с учетом электрического режима и условий работы элементов (с использованием ЭВМ).

### 6 Технологическая часть:

6.1 Расчет технологичности конструкции устройства.

6.2 Разработка технологических процессов и технологической документации (ТД) (технологической инструкции по регулировке, поверке, ремонту, методики поиска неисправностей и т.д. - по выбору руководителя ДП).

6.3 Исследование электрических характеристик устройства.

7 Технико-экономическое обоснование.

8 Охрана труда и экологическая безопасность.

Заключение (выводы).

Список использованных источников.

Приложение А - Распечатки программ и результатов расчетов, полученных с помощью ЭВМ.

Приложение Б - Спецификация сборочных единиц, перечень элементов электрической принципиальной схемы.

Приложение В - Комплект технологической документации (титульный лист, технологическая инструкция по настройке и регулировке и т.д.).

## ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1 Электрическая структурная схема устройства - 1 лист формата А1.

2 Электрическая принципиальная схема устройства - 1-2 листа формата А1.

3 Сборочный чертеж устройства и (или) печатной платы - 1-2 листа формата А1.

4 Чертеж печатной платы и деталировка - 1-2 листа формата А1.

5 Графики, таблицы, диаграммы - 1-2 листа формата А1.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ***Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта исследовательского вида***

Тема дипломного проекта: Исследование характеристик прибора интенсивной магнитной терапии.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Схемы электрические: *структурная и принципиальная прибора.*
- 2 Питание: *от сети переменного тока 220 В 50 Гц.*
- 3 Габаритные размеры, мм, не более:  
прибора 350x220x150;  
индуктора 150x30x15.
- 4 Масса прибора: не более 1,5 кг.
- 5 Потребляемая мощность: не более 20 В А.
- 6 Условия эксплуатации: класс II, группа NF по ГОСТ Р 50267.0-92.
- 7 Электрические характеристики на выходе прибора:  
амплитудное значение магнитной индукции 40 мТл;  
частота следования импульсов 10 Гц; длительность импульса 12 мс.
- 8 Погрешность контроля магнитного поля, - не более  $\pm 10\%$ .
- 9 Программа выпуска: 1000 шт. в год.
- 10 *Остальные требования уточняются в процессе проектирования.*

#### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение.

- 1 Анализ современных способов, устройств и методик исследования их характеристик по данному направлению проектирования, включая патентные исследования.
- 2 Разработка технического задания (ТЗ).
- 3 Анализ задания на дипломное проектирование.
- 4 Разработка методики исследования:
  - 4.1 Разработка схемы (структурной, функциональной) исследований.
  - 4.2 Выбор технических средств для проведения исследований.
  - 4.3 Выбор основных расчетных соотношений и уравнений.
- 5 Разработка схемы электрической и конструкции оснащения для проведения исследований:
  - 5.1 Разработка и расчет электрической принципиальной схемы.
  - 5.2 Расчет и обоснование выбора элементов.
  - 5.3 Выбор конструкции приспособлений.

5.4 Поверочный расчет (электрический и механический) оснащения.

6 Экспериментальные исследования устройства:

6.1 Исследование влияния параметров активирующих воздействий на выходные характеристики прибора.

6.2 Физические модели воздействия активирующих факторов.

7 Моделирование и оптимизация исследуемого процесса на ЭВМ:

7.1 Разработка методики моделирования и выбор алгоритма.

7.2 Моделирование процесса.

7.3 Оптимизация параметров исследуемого процесса на модели.

8 Разработка технологической инструкции проведения исследований.

9 Экономическая часть.

10 Рекомендации по обеспечению безопасных условий работы.

Заключение.

Список используемых источников.

Приложение А - Распечатки программ и результатов расчета, полученных на ЭВМ.

Приложение Б - Спецификации сборочных единиц, перечень элементов электрической принципиальной схемы.

Приложение В - Комплект технологической документации (титульный лист, технологическая инструкция).

#### ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1 Схема исследования - 1 лист формата А1.

2 Алгоритм исследований - 1 лист формата А1.

3 Графики исследований - 1-2 листа формата А1.

4 Электрическая принципиальная схема прибора - 1 лист формата А1.

5 Сборочный чертеж прибора - 1 лист формата А1.

6 Математические модели и факторные пространства - 1 лист формата А1.

7 Электрическая принципиальная схема исследовательского оснащения - 1 лист формата А1.

8 Сборочный чертеж исследовательского оснащения - 1 лист формата А1.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### *Пример исходных данных, содержания пояснительной записки и перечня графического материала дипломного проекта по разработке информационного обеспечения средств медицинской электроники*

Тема дипломного проекта: Разработка программного обеспечения к системе диагностики психофизического состояния человека.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- 1 Тип компьютера - IBM-совместимый с процессором не хуже 180486.
- 2 Операционная система MS-DOS версии 3.3 и старше, Windows-95 и выше.
- 3 Интерфейс пользователя - оконный с наличием пиктографических кнопок для выполнения команд и альтернативного текстового меню.
- 4 Тесты, реализуемые в системе:
  - определение критической частоты мельканий;
  - определение силы нервной системы;
  - подвижность нервных процессов;
  - теппинг-тест;
  - реакция на движущийся объект;
  - тремометрия.
- 5 Требуемые выходные параметры и их точность (математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратические отклонения исследуемых параметров):
  - абсолютные параметры тестирования;
  - результаты статистической обработки данных;
  - вид представления выходных параметров - графический, числовой.
- 6 Программа должна обеспечивать:
  - вывод результатов тестирования на экран монитора;
  - печать результатов тестирования;
  - сохранение в отдельном файле.
- 7 Остальные требования уточняются в процессе проектирования.

#### СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение.

- 1 Анализ существующих систем диагностики психофизического состояния человека.
- 2 Разработка технического задания (ТЗ).
- 3 Анализ задания на дипломное проектирование.
- 4 Разработка алгоритма работы системы диагностирования.
- 5 Разработка программы:
  - 5.1 Обоснование выбора языка программирования.

5.2 Анализ заданных форматов данных и разработка алгоритмов обмена данными с системой.

5.3 Выбор, обоснование и разработка вариантов окна интерфейса пользователя и его отдельных элементов.

5.4 Разработка подпрограмм выполнения тестов.

5.5 Разработка подпрограммы обработки данных тестирования и вывода результатов.

5.6 Исходные данные для контрольного примера и протокол результатов его тестирования.

6 Инструкция для пользователя:

6.1 Описание установки программы.

6.2 Описание алгоритма работы с программой.

7 Раздел по экономике.

8 Раздел по охране труда.

Заключение (выводы).

Список использованных источников.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1 Общий алгоритм работы программы - 1-2 л. формата А1.

2 Плакат со структурой программы и данных - 1 л. формата А1.

3 Макеты рабочего окна программы в различных режимах работы - 1 л. формата А1.

4 Результаты опытной апробации программы - 1 л. формата А1.

5 Алгоритмы отдельных модулей программы - 1-2 л. формата А1.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г *Пример оформления*  
*технического задания на дипломный проект*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
Факультет компьютерного проектирования  
**Кафедра ЭТТ**

**Согласовано**  
**Представитель Заказчика**  
\_\_\_\_\_ **А.И. Иванов**  
" " \_\_\_\_\_ **2002 г.**

**Утверждаю**  
**Представитель Университета**  
\_\_\_\_\_ **С.П. Петров**  
" " \_\_\_\_\_ **2002 г.**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение опытно-конструкторских работ по теме  
"Устройство ввода видеоизображений в ПЭВМ"

Шифр «Гамма» 10

листов

Представитель Заказчика  
\_\_\_\_\_ **Сидоров А.П.**

Представитель Исполнителя  
Студент группы 811801  
\_\_\_\_\_ **Кольцов Н. В.**

Минск 2002

## *1 Наименование и область применения*

1.1 Наименование - устройство ввода видеоизображения в ПЭВМ (далее - УВВ). Шифр «Гамма».

1.2 Область применения - прием и обработка биомедицинских сигналов, передаваемых через эфир или по кабельной системе, преобразование полученного видеосигнала от внешнего источника в цифровую форму и ввод в ПЭВМ для последующей обработки.

1.3 Пользователями устройства являются операторы ПЭВМ.

1.4 Предусматривается использование изделия для экспорта в страны ближнего зарубежья.

## *2 Основание для разработки*

2.1 Основанием для разработки УВВ является задание на дипломное проектирование.

2.2 Наименование темы - "Устройство ввода видеоизображения в ПЭВМ".

2.3 Тематическая карточка на разработку не предусматривается.

2.4 Наименование документа- учебный план специальности Т 07.03.00 «Медицинская электроника».

2.5 Наименование органа, утвердившего документ, - Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.

2.6 Головной исполнитель - ФКП БГУИР.

## *3 Цель и назначение разработки*

3.1 Целью разработки является создание устройства, обеспечивающего прием, преобразование и ввод в ПЭВМ видеосигнала.

3.2 Дальнейшее развитие разработки должно выполняться путем создания модификаций базовой модели, отличающихся конфигурацией и изменениями функций на основе частных технических заданий (например, увеличение быстродействия, разрешающей способности и др.).

3.3 Устройство предназначено для применения в тех случаях, когда необходимо произвести обработку имеющегося видеосигнала от средств медицинской электроники либо для просмотра биомедицинских видеосигналов на дисплее ПЭВМ.

3.4 Изделие предназначено для серийного производства.

## *4 Источники разработки*

4.1 УВВ должно быть разработано на базе контроллера ввода видеоизображений в ПЭВМ (ж-л "Радиолобитель", 1995. № 2. С. 8).



## 5 Порядок финансирования, объемы и сроки выполнения

5.1 Источник финансирования - госбюджет.

5.2 Сроки выполнения - с 05.02.2002 по 15.06.2002.

## 6 Технические требования

6.1 Состав продукции и требования к конструктивному устройству:

6.1.1 Устройство ввода видеоизображения предназначено для использования в составе ПЭВМ и должно конструктивно представлять собой плату размерами, соответствующими стандартному интерфейсному блоку расширения ПЭВМ IBM PC AT для шины ISA.

6.1.2 УВВ в составе ПЭВМ должно обеспечивать следующие режимы работы:

- поиск и автоматическую настройку на принимаемый видеосигнал;
- запись пользователем в регистры значений настройки на частоту, яркости, контрастности, цветовой насыщенности и уровня громкости;
- коммутацию видеосигнала;
- аналого-цифровое преобразование видеосигнала и передачу на шину ПЭВМ.

6.1.3 Конструктивные требования:

габаритные размеры блока не должны превышать 150x350x40 мм; масса устройства в сборе не должна превышать 1,5 кг. Конструкция устройства должна обеспечивать надежное крепление в корпусе ПЭВМ и исключать возможность неправильного монтажа, а также должен обеспечиваться свободный доступ к составным элементам изделия при проведении наладочных и ремонтных работ.

6.1.4 Требования к помехозащищенности:

помехозащищенность УВВ должна соответствовать "Временным общесоюзным нормам внешней помехозащищенности БРЭА. Допускаемые значения. Методы измерений". Устройство не должно создавать радиопомехи, превышающие значения, установленные ГОСТ 17692-80, в любых допустимых режимах эксплуатации.

6.2 Технические требования к электрическим параметрам и характеристикам:

6.2.1 УВВ должно обеспечивать следующие основные параметры:

чувствительность, определяемая уровнем входного радиосигнала изображения, мкВ (дБ/мВт), не более:

а) ограниченная шумами:

I—III диапазоны 70 (-72)

IV, V диапазоны; 100 (-69)

б) ограниченная синхронизацией:

I—III диапазоны	70 (-72)
IV, V диапазоны;	100 (-69)
избирательность, дБ, не менее:	
а) на частоте, меньшей частоты несущей изображения на 1,5 МГц	40
б) в полосе частот, меньших частоты несущей изображения на 1,5-8,0 МГц	34/30
в) на частоте, большей частоты несущей изображения на 6,5 МГц	14
г) на частоте, большей частоты несущей изображения на 8,0 МГц	40 (36)
д) в полосе частот, больших частоты несущей изображения на 8,0-16,0 МГц	34
е) в полосе частот 31,25-39,25 МГц:	
I диапазон	40
II, III диапазоны	50
IV, V диапазоны	60
ж) по зеркальному каналу:	
I—III диапазоны	45
IV, V диапазоны	30
эффективность автоматической регулировки усиления (изменение размаха выходного видеосигнала при изменении уровня входного радиосигнала изображения от 0.2 до 50 мВ), дБ, не более	3
максимально допустимый уровень входного радиосигнала, мВ (дБ/мВт), не менее	87 (-10)
остаточная расстройка частоты гетеродина, кГц, в пределах	±100
точность матрицирования, %, не менее	80
чувствительность, ограниченная шумами и определяемая уровнем радиосигнала звукового сопровождения, мкВ (дБ/мВт), не более:	
I—III диапазоны	55 (-74)
IV, V диапазоны	80 (-71)
уровень помех в канале звукового сопровождения, дБ, не более	-36. 6.2.2
Устройство ввода видеоизображения должно обеспечивать аналого-цифровое преобразование видеосигнала, имеющего следующие параметры:	
число строк в кадре	625
частота развертки полей, Гц	50
частота строчной развертки, Гц	15625.

Параметры преобразования:

число разрядов	8
частота преобразования, МГц	>10
частота опроса АЦП, МГц	>30.

6.2.3 Электропитание УВВ осуществляется от блока источника питания ПЭВМ. Питающие напряжения:  $+5В \pm 5\%$ ,  $+12В \pm 5\%$ .

6.2.4 Электрические параметры и характеристики должны соответствовать нормам при эксплуатации устройства с номинальными напряжениями электропитания в нормальных климатических условиях (п.6.10).

6.3 Требования к надежности:

6.3.1 Показатели надежности должны соответствовать заданным значениям при нормальных климатических условиях по ГОСТ 27.003-90.

6.3.2 Среднее время наработки на отказ УВВ - не менее 10000 ч.

6.3.3 Среднее время восстановления устройства силами специального обслуживающего персонала должно быть не более 2 ч.

6.3.4 Средний срок службы, - не менее 10 лет.

6.3.5 После восстановления работоспособности (после ремонта) УВВ должно сохранять показатели назначения, изложенные в настоящем документе.

6.4 Требования к технологическому и метрологическому обеспечению разработки, производства и эксплуатации:

6.4.1 Показатели технологичности конструкции изделия должны соответствовать ГОСТ 14.201-73. Трудоемкость изготовления изделия не более 2,5 ч.

6.4.2 Конструкция изделия должна обеспечивать возможности выполнения монтажных работ с соблюдением требований ТУ на установку и пайку комплектующих изделий.

6.4.3 Конструкция изделия в целом и отдельных сложных узлов должна обеспечивать сборку при изготовлении без создания и применения специального оборудования. Допускается применение специальных приспособлений.

6.4.4 При изготовлении УВВ должны применяться стандартные методы и универсальные средства измерений, серийное испытательное оборудование.

Допускается для проведения климатических проверок при технологическом прогоне применять специально изготовленную (в соответствии с габаритами) камеру или специально оборудованное помещение.

6.5 Требования к унификации и стандартизации:

6.5.1 В качестве комплектующих единиц и деталей (коммутационные, изделия электроники, крепежные, установочные) должны применяться серийно выпускаемые изделия.

6.5.2 Сборочные единицы типа монтажных плат, панелей, крепежных и установочных узлов должны быть унифицированными.

6.5.3 В конструкции УВВ должны быть заимствованы сборочные единицы, узлы, детали из ранее разработанных изделий.

6.6 Требования безопасности и требования по охране природы:

6.6.1 УВВ должно соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.006-74.

6.6.2 Устройство по способу защиты человека от поражения электрическим током должно относиться к классу 0 согласно ГОСТ 12.2.007-75.

6.6.3 Конструкция УВВ должна исключать возможность неправильного присоединения его сочленяемых токоведущих и составных частей.

6.6.4 Органы коммутации должны быть снабжены надписями, соответствующими их принадлежности и назначению.

6.6.5 В эксплуатационных документах по требованиям безопасности должны быть соблюдены "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденные Госэнергонадзором 21.12.1984 года.

6.6.6 Требования по обеспечению охраны природы не предъявляются.

6.7 Эстетические и эргономические требования:

6.7.1 УВВ по своим эргономическим показателям должно обеспечивать удобство работы оператора.

6.7.2 Органы коммутации должны быть расположены в местах с достаточным удобством обслуживания согласно ГОСТ 23000-78.

6.8 Требования к патентной чистоте:

патентная чистота УВВ должна быть обеспечена в отношении СНГ.

6.9 Требования к составным частям продукции, сырью, исходным эксплуатационным материалам:

6.9.1 В конструкции УВВ должны использоваться материалы, комплектующие изделия, разрешенные для применения при выпуске продукции на роднохозяйственного назначения.

6.9.2 Применение дефицитных материалов и сплавов, кроме комплектующих изделий электроники, содержащих эти материалы, должно быть ограниченным, а при необходимости применения - обоснованным.

6.9.3 Ограничение должно распространяться на титановые и редкоземельные сплавы, драгоценные материалы и т.п. по п. 6.9.1.

6.10 Условия эксплуатации, требования к техническому обслуживанию и ремонту:

6.10.1 УВВ должно быть выполнено для климатического исполнения УХЛ 4.2 согласно ГОСТ 15150-69 и нормально функционировать при следующих климатических условиях:

- верхнее значение температуры окружающего воздуха - +40 °С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха - -10 °С;

- среднее рабочее значение температуры окружающего воздуха - +10 °С;
- относительная влажность воздуха - 80% при температуре +20 °С.

6.10.2 Предельно допустимые условия эксплуатации изделия согласно ГОСТ 15150-69 должны соответствовать:

- верхнее значение температуры окружающего воздуха - +45 °С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха - -10 °С;
- относительная влажность воздуха - до 98% при температуре +25 °С;
- верхнее значение атмосферного давления - 106,7 кПа;
- нижнее значение атмосферного давления - 86,6 кПа;
- нижнее предельное значение атмосферного давления - 84,0 кПа.

6.10.3 Техническое обслуживание должно предусматривать месячное, полугодовое и годовое техническое обслуживание.

6.10.4 Время непрерывной работы устройства - 10 часов.

6.10.5 Требования к механическим воздействиям по ГОСТ 11.418-88.

6.10.6 Питание установки (ПЭВМ) осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. Для питания ПЭВМ не обходимо использовать отдельную электролинию, к которой не должно подключаться силовое оборудование типа сварочных машин, электропечей, металлорежущих станков и т.п. Требования к качеству электрической энергии - по ГОСТ 13109-87. Внешние помехи из сети питания не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 21021-85.

6.11 Дополнительные требования:

6.11.1 Изделие должно быть предъявлено к госаттестации для постановки на серийное производство.

6.11.2 Должен быть выполнен комплекс мероприятий по подготовке и освоению производства изделия в соответствии с ГОСТ 15.001-88.

6.12 Требования к маркировке и упаковке:

6.12.1 Маркировка УВВ должна соответствовать требованиям ГОСТ 11478-88.

6.12.2 Маркировка должна содержать:

- торговое название;
- наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер устройства согласно системе предприятия-изготовителя;
- штамп ОТК или личное клеймо;
- дату выпуска (месяц и год);
- розничную цену;
- обозначение стандарта.

6.12.3 Место и способ нанесения маркировки устанавливаются в ТУ на интерфейсные контроллеры конкретного типа.

6.12.4 Потребительская маркировка индивидуальной тары или наклейваемая на нее этикетка должны содержать:

- наименование изделия;
- наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя;
- штамп ОТК или личное клеймо;
- дату выпуска (месяц и год);
- розничную цену;
- манипуляционные знаки по ГОСТ 14192-72.

6.12.5 Маркировка транспортной тары должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192-77 с нанесением манипуляционных знаков и указанием высоты штабелирования. Содержание транспортной маркировки указывают в ТУ на устройства данного типа.

6.12.6 Изделие должно быть упаковано в индивидуальную (потребительскую) тару, обеспечивающую его сохранность при транспортировании и хранении и изготовленную по рабочим чертежам на конкретный вид тары.

6.12.7 В одной транспортной таре должно быть упаковано одно изделие.

6.12.8 Порядок размещения и способ укладки продукции в зависимости от условий транспортировки должны быть указаны в ТУ на изделия данного типа.

6.13 Требования к транспортированию и хранению:

6.13.1 Упакованные УВВ транспортируют транспортом всех видов в условиях для 1 группы по ГОСТ 15150-69.

6.13.2 Транспортирование следует осуществлять в универсальных контейнерах или закрытых вагонах, закрытых автомашинах, трюмах судов, отапливаемых отсеках авиационного транспорта.

6.13.3 Устройства, отправляемые в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, следует транспортировать в соответствии с требованиями ГОСТ 15846.

6.13.4 Размещение и крепление упакованных изделий в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

6.13.5 Упакованные изделия следует хранить в условиях для группы 1 по ГОСТ 15150-69.

6.13.6 Хранение изделия на земляном полу не допускается.

6.13.7 Расстояние между стенками, полом хранилища и изделием должно быть не менее 100 мм, а между отопительными устройствами хранилища и изделием - не менее 0,5 м.

6.13.8 Требования к обслуживанию во время хранения не предъявляются. Срок хранения не более двух лет.

6.13.9 Условия складирования должны быть установлены в ТУ на устройстве данного типа.

#### *7 Требования к разрабатываемой документации*

7.1 КД должна соответствовать требованиям ЕСКД.

7.2 Эксплуатационная документация должна соответствовать требованиям ГОСТ 2.601-68.

7.3 Технологическая документация должна соответствовать стандартам ЕСТД.

#### *8 Техничко-экономические показатели*

8.1 Предполагаемый годовой выпуск до 1000 шт. в год.

8.2 УВВ по сравнению с зарубежными аналогами имеет следующие преимущества:

- низкую стоимость;
- хорошие потребительские свойства и удобство эксплуатации.

#### *9 Порядок контроля и приемки*

9.1 Приемка УВВ должна осуществляться по ГОСТ 11478-88.

9.2 Для приемки работы на этапе проведения испытаний необходимо представить три изделия.

9.3 Испытания должны проводиться по программе и методике испытаний.

9.4 Для приемки представляется следующая документация:

- техническое задание;
- комплект конструкторской документации;
- ведомость покупных изделий;
- программа и методика испытаний;
- эксплуатационные документы;
- программа метрологической аттестации;
- методика проверки.

9.5 Техническое задание согласовывается с заказчиком.

9.6 Паспорт на изделие разрабатывается совместно с инструкцией по эксплуатации и техническим описанием по ГОСТ 2.114-95 - ГОСТ 2.117-68 •

9.7 Приемочные испытания проводит разработчик, приемо-сдаточные - изготовитель.

9.8 Приемочные испытания опытного образца проводятся в сроки, согласованные с заказчиком.

9.9 Подтверждение требований ТЗ на надежность осуществляется по результатам опытной эксплуатации.

9.10 Метрологическая аттестация предусматривается совместно с Белорусским центром стандартизации и метрологии. Аттестацию опытного образца проводит разработчик с участием заказчика, остальных образцов - изготовитель.

#### *10 Перечень документации, представляемый по окончании работы*

К защите представляются пояснительная записка и графический материал, перечисленные в задании на дипломное проектирование.



ПРИЛОЖЕНИЕ Д *Пример оформления*

*титульного листа дипломного проекта*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

*Факультет: компьютерного проектирования*

*Кафедра: электронной техники и технологии*

*К защите допустить*  
Заведующий кафедрой ЭТТ  
\_\_\_\_\_ А.П. Достанко  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к дипломному проекту  
НА ТЕМУ**

**«ПРИБОР ИНТЕНСИВНОЙ МАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ»**

Дипломник	( А.П. Иванов )
Руководитель	( В.М. Петров )
Консультанты:	
по специальности	( В.Ю. Сидоров )
по экономике	( Т.Е. Тарасов )
по производственной и экологической безопасности	( Е.Н. Королев )
Нормоконтролер	( Ю.Г. Андросов )
Рецензент	(                    )

Минск 2002

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж *Пример*  
выполнения спецификации СМЭ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
			ДПМЭ.941342.100 СБ ДПМЭ.941342.100 ЭЗ  ДПМЭ.941342.100 ПЭЗ ДПМЭ.941342.100 Д1	Сборочный чертеж Схема электрическая принципиальная Перечень элементов Технологическая схема сборки		
				<u>Сборочные единицы</u>		
	A1	1	ДПМЭ.681355.007	Плата	1	
		2	ДПМЭ.681421.001	Кабель	1	
		3	ДПМЭ.681512.010	Кабель	1	
				<u>Детали</u>		
		4	ДПМЭ.743431.002	Мембрана	2	
		5	ДПМЭ.743457.005	Кнопка	2	
		6	ДПМЭ.743510.006	Кнопка	1	
		7	ДПМЭ.743512.003	Крышка	2	
		8	ДПМЭ.743518.001	Корпус	1	
		9	ДПМЭ.743610.001	Корпус	2	
		10	ДПМЭ.743621.001	Крышка	1	
		11	ДПМЭ.743633.001	Втулка	3	
<b>ДПМЭ.941342.100</b>						
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		
Разраб		Ранчинский			Лит	Лист
Провер		Бондарик			0	1
Н контр		Саковец				Листов
Утв		Хмыль				2
					<b>Устройство терапии акустоэлектронное</b>	
					<b>БГУИР гр.511801</b>	



**ПРИЛОЖЕНИЕ К**

*Пример выполнения перечня элементов к  
схеме электрической принципиальной СМЭ*

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
ВА1,ВА2	Преобразователь электромагнитный		
	ДПМЭ.941437.053	2	
	<u>Конденсаторы</u>		
	КМ-5а ОЖО.460.161 ТУ		
	К50-3 ОЖО.464.031 ТУ		
C1, C2	К50-3-16В-500мкФ+20%	2	
C3	КМ-5а-47нФ+20%	1	
C4	К50-3-16В-220мкФ+20%	1	
C5	КМ-5а-56нФ+20%	1	
C6	КМ-5а-47нФ+20%	1	
C7	КМ-5а-6,8нФ+20%	1	
	<u>Микросхемы</u>		
DA1	КР142ЕН8А 6КО.348.534-01 ТУ	1	
DD1	К561ЛН2 6КО.348.806-01 ТУ	1	
DD2	К561ИЕ16 6КО.348.806-01 ТУ	1	
DD3	CD4046 Analog Device	1	
FU1	Вставка плавкая ВП2Б-1В-0.5А АГО.281303 ТУ	1	
<b>ДПМЭ.941342.100 ПЭЗ</b>			
	№ докум	Подп	Дата
Разраб	Ранчинский		
Провер	Бондарик		
Н контр	Саковец		
Утв	Хмыль		
<b>Устройство терапии акустоэлектронное Перечень элементов</b>			
	Лит	Лист	Листов
	0	1	3
<b>БГУИР гр.511801</b>			

Продолжение приложения К

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Резисторы</u>		
	C2-23-0,125 ОЖО.467.104 ТУ		
R1	6,8кОм+10%-А	1	
R2	1кОм+10%-А	1	
R3	100кОм+10%-А	1	
R4	1,2кОм+10%-А	1	
R5	30кОм+10%-А	1	
R6	3,9кОм+10%-А	1	
R7	10кОм+10%-А	1	
R8,R9	1кОм+10%-А	2	
R10	8,2кОм+10%-А	1	
R11	1МОм+10%-А	1	
R12	20кОм+10%-А	1	
R13	50кОм+10%-А	1	
R14,R15	50кОм+10%-А	2	
SA1	Переключатель ПКн-41-1-2П ОЮО.481.005 ТУ	1	
SA2,SA3	Кнопка КМ1-1 АГО.360.203 ТУ	2	
T1	Трансформатор КПДП.671357.777	1	
T2	Трансформатор КПДП.671421.333	1	
VD1...VD5	КД 521А ДРЗ.362.035 ТУ	5	
VD6	Диод светоизлучающий АЛ307 аАО.336.076 ТУ	1	
VT1 VT5	КТ315Б аАО.336.075 ТУ	5	
X1	Кабель ДПМЭ.681421.001	5	
ДПМЭ.941342.100 ПЭЗ			Лист
Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			2

ПРИЛОЖЕНИЕ Л *Пример заполнения*  
*титального листа технологической документации*

		ДПМЭ.01188.00002	1
БГУИР	ДПМЭ.941342.100		ДПМЭ.01188.00005
Устройство терапии акустоэлектронное			0

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждаю  
зав.кафедрой ЭТТ  
\_\_\_\_\_/А.П. Достанко/

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Комплект документов  
на технологический процесс  
сборки и монтажа

Разработал:  
студент гр. \_\_\_\_\_

Проверил:  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.







5.1 - встроенные элементы изделий в условиях категории 5, когда конструкция изделий предохраняет элемент от конденсации влаги на его поверхности.

В зависимости от категории размещения изделия устанавливаются нормы температуры, влажности и других эксплуатационных параметров для данного вида условий эксплуатации (класса и категории). Например, для изделия исполнения УХЛ 4 рабочие температуры +1 ... +35 °С, средняя рабочая температура - +20 °С, предельные температуры - +1 °С, +50 °С, предельная относительная влажность - 80 %.

Для категории размещения изделий 1 стандартом ГОСТ 15150-69 установлены следующие типы атмосферы с предельным содержанием коррозионно-активных веществ:

I - условно чистая, сернистого газа - не более 20 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 мг/м<sup>3</sup>), хлоридов - не более 0,3 мг/м<sup>2</sup> за сутки;

II - промышленная, сернистого газа - 20... 250 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 ... 0,31 мг/м<sup>3</sup>), хлоридов - не более 0,3 мг/м<sup>2</sup> за сутки;

III - морская, сернистого газа - не более 20 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025 мг/м<sup>3</sup>), хлоридов - 30 ... 300 мг/м<sup>2</sup> за сутки;

IV - приморско-промышленная, сернистого газа - 20 ... 250 мг/м<sup>2</sup> за сутки (0,025... 0,31 мг/м<sup>3</sup>).

Для категорий размещения 2, 3, 4 содержание коррозионно-активных веществ в атмосфере составляет 30 ... 40 % от установленных для категории 1.

Для изделий климатических исполнений У, УХЛ (ХЛ), ТС, ТВ, Т, как правило, назначаются условия эксплуатации в атмосфере типов I и II, кроме специально оговоренных случаев.

Аппаратуру в зависимости от условий ее эксплуатации согласно ГОСТ 11478-68 подразделяют на группы, приведенные в таблице П.1.

Таблица П. 1 - Условия эксплуатации аппаратуры

Группа аппаратуры	Условия эксплуатации	Категория исполнения по ГОСТ 15150
I	В жилых помещениях	4.2
II	В транспортных средствах (встроенная)	2.1
III	На открытом воздухе, не рассчитана для работы в условиях движения	1.1
IV	На открытом воздухе, в том числе в условиях движения (на ходу, в салоне автомобиля, катера и т.п.)	1.1

ПРИЛОЖЕНИЕ Р *Примеры некоторых классов  
классификатора ЕСКД*

№ класса	Наименование класса	Подклассы								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
30	Сборочные единицы общемашиностроительные	Устройства базовые	Трубопроводы и их элементы	Устройства, передающие движение	Устройства направляющие, ограничительные и передающие движение	Устройства защитные, закрывающие, уплотнительные, пояснительные	Устройства гидравлические, пневматические, смазочные			
40	Средства измерений линейных и угловых параметров движения, силы, температуры, давления, количества	Средства измерений линейных и угловых размеров	Средства измерений параметров движения (приборы)	Средства измерений времени	Средства измерений силы и массы	Средства измерений температуры	Средства измерений давления, уровня, расхода	Средства измерений уровня, (кроме манометрических)	Составные части средств измерений	
41	Средства измерений электрических и магнитных величин, ионизирующих излучений	Средства измерений электрических и магнитных величин	Средства измерений ионизирующих излучений	Средства определения состава и свойств газов	Средства определения состава и свойств жидкостей	Средства определения состава и свойств сыпучих веществ. Средства универсальные		Составные части средств измерений		
67	Трансформаторы. Конденсаторы. Аппараты электрические. Электромагниты	Трансформаторы дроссели (мощностью до 5кВА)	Трансформаторы дроссели (мощностью свыше 5 кВА)	Конденсаторы	Аппараты электрические	Источники света	Приборы и комплексы световые	Электромагниты		

Продолжение приложения Р

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
68	Электрооборудование. Монтаж механический					Устройства токопроводящие	Устройства электроизолирующие	Устройства электромонтажные. Монтаж механический		
71	Детали - тела вращения типа колец, дисков, втулок, стержней, стаканов, валов, осей и т.п.	С L/D до 0,5 включительно		С L/D св. 0,5 до 2,0 включительно		С L/D свыше 2,0				
		С нар. поверхн. цилиндр.	С нар. поверхн. конич., комбинир.	С нар. поверхн. цилиндр.	С нар. поверхн. конич., комбинир.	С нар. поверхн. цилиндр.	С нар. поверхн. конич., комбинир.			
73	Детали - не тела вращения: корпусные, опорные	Корпусные		Опорные		Емкостные (крышки, коробки, футляры и т.п.)				
		без плоскости разъема	с плоскостью разъема	рамы, основания	кронштейны, стойки					
75	Детали - тела вращения и (или) не тела вращения: оптические, электрорадиоэлектронные, крепежные	Ползуны, вилки	Арматуры, с перфорир. отв. и др.	С элементами тел вращения и не тел вращения, пружины, ручки	Уплотнительные, маркировочные, платы печатные	Оптические		Электрорадиоэлектронные	Крепежные	
						с рабочими поверхностями плоскими, лазеров, волоконной оптики	с рабочими поверхностями, кроме плоских			
94	Медицинская техника	Комплексы медицинской техники. Приборы медицинские. Аппараты медицинские	Инструменты медицинские. Средства замещения функций органов и систем организма. Оборудование медицинское	Составные части медицинской техники						

L, D - соответственно длина и диаметр детали - тела вращения

**ПРИЛОЖЕНИЕ С Классификация  
технологических операций**

Код операции	Наименование операции	Код операции	Наименование операции
<b>Операции общего назначения (0100)</b>			
0101	разметка	0130	очистка
0102	нарезка	0135	очистка УЗ
0103	нагрев	0150	травление
0104	раскрой	0160	пропитка
0108	слесарная	0168	подготовка (оборудования, оснастки и т.д.)
0109	зачистка		
0125	промывка		
0126	промывка водой	0170	сушка
0127	промывка раствори- телем		
<b>Технический контроль</b>			
0200	контроль	0320	контроль электрических величин
0310	контроль механиче- ских величин		
<b>Перемещение (0400)</b>			
0401	транспортирование	0406	разгрузка
0405	загрузка	0440	складирование
<b>Пайка (8000)</b>			
8011	тепловым контактом	8018	волной припоя погружение
8013	индукционная	8019	
<b>Электромонтаж (8500)</b>			
8501	регулировка, настройка	8535	намотка, перемотка
8504	разделка провода	8536	каркасная намотка
8531	формовка выводов	8537	бескаркасная намотка
<b>Сборка (8800)</b>			
8801	базирование	8870	сборка и монтаж элек- тронной техники
8821	стопорение		
8823	запрессовка	8871	сборка корпуса
8831	свинчивание	8876	монтаж плат на основание
8841	клепка		
8842	развальцовка	8879	загрузка кассет комплек- тующими изделиями
8863	сборочно-монтажная		
8866	приклеивание		
<b>Сварка (9000)</b>			
9003	термокомпрессионная	9026	лазерная
9010	контактная	9030	дуговая
9011	точечная	9080	ультразвуковая
9012	шовная	9090	холодная

Учебное издание

**Бондарик** Василий Михайлович, **Бурский**  
Вячеслав Александрович, **Осипов** Анатолий  
Николаевич и др.

## **МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ Пособие для  
студентов

Редактор Н.А. Бебель Корректор Е.Н.  
Батурчик

---

Подписано в печать Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная Печать ризографическая Гарнитура Times

Усл. печ. л. Уч.-изд. л. 8,0, Тираж 100 экз. Заказ

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования «Белорусский государственный  
университет информатики и  
радиоэлектроники»

Лицензия ЛП № 156 от 05.02.2001.

Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.

220013, Минск, П. Бровки, 6