

Министерство высшего и среднего  
специального образования Р С Ф С Р  
КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.П.КОРОЛЕВА

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОАППАРАТУРЫ.  
ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОАППАРАТОСТРОЕНИЯ

Методические указания  
по дипломному проектированию

Рассмотрены и утверждены  
редакционным советом института  
18.Ш.75 года

Куйбышев 1976

В методических указаниях по дипломному проектированию изложены основные требования и рекомендации к разработке дипломных проектов конструкторского, технологического и исследовательского профилей: правила оформления задания на дипломный проект и порядок подготовки его к защите в ГЭК; требования к пояснительной записке, последовательность расположения ее разделов и подразделов, содержание ее и оформление; деление тем дипломных проектов на группы различных категорий; примерная тематика дипломных проектов.

Методические указания по дипломному проектированию предназначены для студентов специальности 0705 ("Конструирование и производство радиоаппаратуры").

Составители: Михаил Семенович Пурсуков, Ким Александрович Мясников, Анатолий Игнатьевич Меркулов, Борис Николаевич Пурсуков  
И Игнать

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОАППАРАТУРЫ.  
ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОАППАРАТОСТРОЕНИЯ

Методические указания по дипломному проектированию

Редактор О.Б.Хнырева. Техн.редактор Н.М.Каленюк  
Корректор Т.В.Полякова

Подписано в печать 13/ХП-76 г. Формат 60x84 1/16. Физ.п.л. 2.  
Усл.печ.л. 1,86. Уч.-изд.л. 1,66. Тираж 800 экз. Цена 9 коп.  
Заказ № возз,

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный институт им. С.П.Королева, г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Ротапринтный цех областной тип. им. Мяги, г. Куйбышев,  
ул. Венцека, 60.

## ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование является заключительной и важнейшей частью учебного плана подготовки инженеров конструкторов - технологов (специальность 0705), способных обеспечить разработку радиоэлектронной аппаратуры любого типа на высоком техническом уровне, а также осуществление рационального технологического процесса ее изготовления.

Дипломное проектирование является самостоятельной работой студента, проводимой во время учебы в институте под наблюдением и руководством преподавателей и квалифицированных инженеров от предприятий промышленности; оно ставит своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний, а также развитие расчетных, конструкторских, технологических и экспериментальных навыков будущего инженера конструктора-технолога.

В процессе дипломного проектирования и при защите проекта студент должен показать, что он владеет в достаточном объеме знаниями и навыками самостоятельного решения инженерных задач, творческого использования научно-технической информации (технической и научной литературы).

Глубина усвоения теоретических дисциплин, прочность практических навыков по разработке конструкций радиоэлектронной аппаратуры и технологических процессов ее изготовления выявляются на защите дипломного проекта. Практические навыки складываются из компонентов, приобретенных в институте на лекциях, лабораторных и практических занятиях, а также во время технологической и преддипломной практики на предприятиях и, особенно, в процессе самостоятельной работы. Практические навыки должны найти отражение в умении студента правильно их использовать для решения инженерных задач. В частности, необходимо уметь грамотно проводить выбор и расчеты оптимальных конструкций, технологических процессов, расчеты тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), производить анализ надежности и намечать меры по ее повышению, обеспечивать виброизоляция и вибропрочность конструкций, производить анализ технико-экономических показателей вариантов конструкции и ее изготовления, учитывать патентную чистоту разработки и т.д.

Предпочтение отдается тем дипломным проектам, которые реализуются или могут быть реализованы в будущем (реальным дипломным проектам).

Одной из задач дипломного проектирования является задача правильного оформления конструкторско-технологической документации (пояснительной записки, чертежей, технологических карт и ведомостей) в соответствии с ЕСКД, ЕСТД и ЕСТП.

## 1. ПОДГОТОВКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ К ЗАЩИТЕ

Дипломные проекты могут выполняться как на кафедрах института, так и на предприятиях, профиль которых соответствует специальности 0705. Для их успешного выполнения большое значение имеет соответствие темы преддипломной практики теме проекта (она должна быть увязана с профилем подразделения предприятия, на котором проходит преддипломную практику студент). Задание выдается студенту руководителем проекта в начале преддипломной практики. Оформленное на бланке (прил. I), оно утверждается выпускающей кафедрой института (кафедра "Конструирование и производство радиоаппаратуры"). Выполнение утвержденного кафедрой задания является обязательным. За 5 дней до установленного расписанием срока защиты дипломный проект должен быть полностью закончен и подписан студентом, руководителем проекта и консультантами. Кафедра рассматривает проект и решает вопрос о допуске студента к защите проекта на заседании Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Допущенный к защите проект направляется кафедрой на рецензию.

К защите в ГЭК представляется дипломный проект, который содержит:

1. Пояснительную записку, подписанную студентом, руководителем дипломного проекта и консультантами, с резолюцией заведующего кафедрой "Конструирование и производство радиоаппаратуры", разрешающей защите проекта.

2. Графическую часть.

К проекту прилагаются отзыв руководителя и рецензия на дипломный проект.

Защита проекта производится в институте или же на предприятиях по расписанию, утвержденному до начала защиты.

Накануне дня защиты дипломных проектов в ГЭК деканатом представляются на каждого студента следующие документы:

1. Справка декана факультета о выполнении студентом учебного плана.

2. Характеристика, подписанная деканом и руководителями общественных организаций о моральных и деловых качествах студента.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

### 2.1. Содержание пояснительной записки

Записка должна содержать следующие материалы, располагающиеся в строгой последовательности:

1. Титульный лист установленной формы.
2. Задание на проектирование.
3. Аннотация (или реферат).
4. Оглавление или содержание.
5. Введение (входит в основную часть).
6. Основную часть.
7. Выводы и заключения.
8. Перечень использованной литературы.
9. Приложения.

#### Т и т у л ь н ы й л и с т

Форма титульного листа выдается кафедрой.

#### З а д а н и е

Задание на дипломный проект оформляется на специальном бланке (приложение I).

#### А н н о т а ц и я ( и л и р е ф е р а т )

Аннотация должна кратко отражать содержание дипломного проекта и основные результаты, достигнутые при его разработке.

Строится она по следующей схеме:

а) раскрывается сущность выполненной работы;  
б) даются конкретные сведения, отражающие содержание основной части аннотации (например, технические характеристики разработанного прибора, параметры материала, технико-экономические характеристики технологического процесса и пр.);

в) кратко излагаются выводы относительно степени выполнения задания к дипломному проекту, эффективности, возможности и области применения полученных результатов.

г) сообщаются данные об объеме проекта, количестве и характере иллюстраций, таблиц, чертежей (графической части проекта).

Объем текста реферата не должен превышать двух страниц.

## В в е д е н и е

Введение входит в основную часть пояснительной записки к дипломному проекту. Оно должно характеризовать современное состояние вопроса, которому посвящается дипломный проект, а также основную цель работы. Во введении следует четко обосновать актуальность темы проекта, существенную необходимость ее разработки, а также определить место освещаемого вопроса в общем комплексе задач, решаемых РЗА различного назначения.

## О с н о в н а я      ч а с т ь

Содержание основной части пояснительной записки определяется категорией дипломного проекта (конструкторский, технологический, исследовательский). Конкретные требования следует смотреть в соответствующих пунктах данных методических указаний.

## В в о д ы   и   з а к л ю ч е н и я   п о   п р о е к т у

В разделе "Выводы и заключение по проекту" приводится оценка технико-экономических показателей спроектированного изделия или технологического процесса, делаются выводы о степени выполнения технического задания, а также о возможности использования полученных результатов в промышленности.

## Л и т е р а т у р а

Составляя список литературы, используемой в процессе работы над дипломным проектом, необходимо учитывать следующие требования к его оформлению:

- а) располагать источники в порядке их упоминания в тексте пояснительной записки;
- б) сведения о книгах (монографиях, учебниках, справочниках и т.д.) должны включать фамилию и инициалы авторов, заглавие книги, место издания, издательство и год издания;
- в) сведения о статье из периодического издания - фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование журнала (издания), наименование серии, год выпуска, том (при необходимости), номер журнала (издания), страницы, на которых помещена статья;
- г) в сведениях о стандарте (технических условиях) необходимо указать обозначение и наименование стандарта;
- д) в сведениях об изобретении - автора, наименование изобретения, дату подачи и номер заявки, издание, в котором опубликовано

описание изобретения (наименование издания, год выпуска и номер, страну, в которой выдано авторское свидетельство или патент);

е) в сведениях о проектной и другой технической документации указать заглавие, вид документации, организацию, выпустившую документацию, и год выпуска.

#### П р и л о ж е н и я

В приложения следует включать вспомогательный материал (карты технологических процессов, подробные выводы формул, вспомогательные расчеты, протоколы испытаний макетов, устройства, описания частных технических решений, спецификации электрических схем, сборочных чертежей и т.д.), который, находясь в основной части отчета, загромаждает текст.

Приложение необходимо располагать в порядке появления ссылок в основном тексте.

### 2.2. Общие правила оформления пояснительной записки

Материал, отбираемый для включения в пояснительную записку, необходимо обрабатывать и систематизировать. Не следует без необходимости включать сведения, заимствованные из других источников.

Оформление записки должно отвечать требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105-68 и ГОСТ 2-106-68 к текстовым документам.

Объем ее - 100-120 страниц рукописного текста, расположенного на одной стороне листа нелинованной бумаги формата А1 (приложения 2,3).

Все листы пояснительной записки (кроме титульного, аннотации и задания) должны иметь сквозную нумерацию). Текст разделов следует разделять на подразделы и пункты.

Разделы нумеруются арабскими цифрами в пределах всей записки. "Введение" и "Заключение (выводы)" нумеруются как разделы.

Подразделы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела параграфа должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела также ставят точку, например: "3.1." (Первый подраздел третьего раздела).

Пункты нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. В конце номера пункта также ставят точку, например: "3.1.4" (четвертый пункт, первого подраздела, третьего раздела).



Необходимо, чтобы разделы, отражающие основное содержание проекта, имели содержательные заголовки. Если заголовки состоят из двух предложений, их разделяют точкой. Подчеркивать заголовки и переносить слова в заголовке не допускается.

Номера соответствующих разделов или подразделов ставятся в начале заголовка.

Расстояние между заголовками и последующим текстом должно быть равно трем межстрочным интервалам, расстояние между заголовком и последней строкой предыдущего текста - четырем межстрочным интервалам. Страницы, заполненные рисунками и таблицами, включаются в общую нумерацию.

Количество иллюстраций (рисунков, схем, графиков и т.д.) должно быть достаточным для того, чтобы придать излагаемому тексту ясность и конкретность.

Все иллюстрации именуется рисунками (рис. 1.2; рис. 4.1). В пределах раздела рисунки последовательно нумеруются арабскими цифрами, причем номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка.

Размещают рисунки сразу после первой ссылки на них в тексте отчета или же на следующей странице. Каждый рисунок сопровождается содержательной подписью.

Цифровой материал, рекомендуется представлять в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок, который помещается под словом "Таблица". Нумеруются таблицы в пределах главы арабскими цифрами, в соответствии с правилами нумерации глав, подразделов и пунктов, изложенных выше.

Формулы, на которые имеются ссылки в тексте (в том числе выведенные вновь), следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

### 3. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Современная РЭА весьма разнообразна по своему назначению, условиям применения, техническим характеристикам, по сложности, конструктивному выполнению, габаритам, массам и другим параметрам. Поэтому и тематика дипломных проектов может быть столь же разнообразной.

По своему содержанию дипломные проекты могут быть условно разделены на следующие три категории:

- конструкторские;
  - технологические;
  - исследовательские.
- 3-8038

Это означает, что дипломный проект может иметь более развитую конструкторскую, технологическую или исследовательскую часть.

Содержание дипломных проектов всех категорий должно отражать специфику профиля инженера конструктора-технолога РЭА, т.е. в основной части проектов необходимо рассмотреть следующие вопросы:

разработку конструкции радиоэлектронных приборов (блоков, узлов) на основе применения механических, электрических, магнитных связей и тепловых расчетов конструкции;

разработку и исследование вопросов технологии изготовления отдельных приборов (блоков и узлов);

решение теоретических вопросов, имеющих значение для радиотехнического производства, с целью повышения его технического уровня и рентабельности;

решение вопросов миниатюризации РЭА, ее возможностей и целесообразности.

#### 4. ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОФИЛЯ

##### 4.1. Задание на проект

Задание на дипломный проект составляется на специальном бланке (приложение I) руководителем проекта, обсуждается и утверждается выпускающей кафедрой института (зав. кафедрой).

В задание входят следующие основные сведения:

тема проекта и принципиальная электрическая схема (при необходимости), формулировка основной цели проекта; назначение устройства;

требования к конструкции прибора (узла), условия его эксплуатации;

исходные данные для выполнения расчетов;

содержание основных работ, выполняемых при проектировании;

перечень графических материалов (примерный);

задание к технологической части проекта;

задание к экономической части проекта;

задание по охране труда и технике безопасности;

сроки выдачи задания и представления проекта на защиту.

##### 4.2. Содержание проекта

Дипломные проекты конструкторского профиля должны состоять из графической части (чертежи на разрабатываемый прибор или узел, гра-

фики, схемы и другие материалы, отражающие содержание дипломного проекта и пояснительной записки.

### Гра ф и ч е с к а я   ч а с т ь

Графическая часть дипломных проектов конструкторского профиля должна быть выполнена в соответствии с ГОСТами ЕСКД и содержать следующие чертежи, выполненные карандашом:

принципиальную электрическую схему устройства (блока, прибора, узла);

функциональную схему устройства (при необходимости);

комплект конструкторских документов на блок (прибор, узел), отвечающий требованиям ГОСТа ЕСКД (5-8 листов формата 24);

чертежи и графики к расчету схем, конструкции, виброизоляции и т.д.;

графический материал к технологической части;

графические материалы к экономической части проекта (при необходимости).

Все представленные к защите проекту чертежи и другой графический материал подписываются студентом и руководителем проекта.

### О с н о в н а я   ч а с т ь   п о я с н и т е л ь н о й з а п и с к и

Кроме введения (см. п. 2.1), основная часть пояснительной записки к дипломному проекту, должна содержать следующий материал:

Обоснование темы проекта, в котором отмечается ее актуальность и новизна.

Анализ технического задания. Краткие сведения о принципе работы прибора, блока, узла. Сопоставление технических требований к разрабатываемой конструкции с данными других аналогичных приборов (если таковые имеются).

Основные сведения из теории, относящиеся к различным аспектам разрабатываемого прибора и его отдельных частей, в том числе поверочные расчеты электрической схемы отдельных частей прибора.

Расчеты тепловых режимов, выбор схемы обеспечения допустимых тепловых режимов прибора и его отдельных частей.

Расчеты виброизоляции блока (прибора), резонансных частот отдельных плат, а также расчет механической прочности элементов конструкции. Причем целью расчетов виброизоляции изделия является определение резонансных частот системы прибор (блок) - амортизаторы, вибр амортизаторов и обеспечение условий виброзащитенности.

Расчет и анализ наличия паразитных связей и наводок. Для выполнения расчетов и анализа паразитных связей и наводок исходными данными могут быть:

функциональная, принципиальная, монтажная и компоновочная схемы прибора или блока, данные поверочного расчета этих схем и требуемые значения электрических параметров изделия. Целью расчета является определение величин ЭДС наводки на приемниках наводки с учетом особенностей монтажной и компоновочной схем и разработка рекомендаций по уменьшению этих ЭДС (экранирование, изменение монтажа и расположения элементов и т.д.).

Расчет надежности. Производится расчет количественных характеристик надежности и сравнивается с их заданными значениями. Количественными характеристиками надежности (критериями), подлежащими расчету, могут быть: вероятность безотказной работы за заданное время; наработка на отказ; интенсивность отказов; расчет параметров надежности изоляционных материалов; надежность частей, определяемая свойствами проводниковых материалов; надежность, определяемая свойствами и условиями работы конструкционных материалов; вероятность восстановления за заданное время; среднее время восстановления; вероятность безотказного функционирования при выполнении ожидаемой задачи; коэффициент готовности; коэффициент использования и т.д. Основное внимание должно уделяться обоснованию применения различных мер, способствующих повышению надежности изделия.

Расчеты отклонений параметров. В дипломных проектах бывает необходимо выполнение детальных расчетов отклонения механических и электрических первичных параметров элементов, узлов и их влияния на выходные параметры проектируемого устройства. Расчеты отклонений параметров рекомендуется проводить вероятностными методами, а результаты расчетов выражать в вероятностных критериях, таких как математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение и т.д. Закончить расчеты необходимо сравнительным анализом полученных значений выходных параметров проектируемого изделия с их допустимыми значениями. Кроме того, в дипломном проекте приводятся расчеты наиболее важных размерных цепей, расчеты прочности и расчеты на сохранение геометрической формы.

Технологическая часть. В конструкторских проектах вопросы технологии рассматриваются с точки зрения оценки технологичности разработанной конструкции блока (прибора) применительно к определенному типу производства. Разрабатывается технологический процесс сбор-

ки, монтажа, регулировки и контроля одного из ответственных (сложных) узлов, входящих в устройство. В связи с этим рекомендуется один из узлов представлять чертежами деталей, входящих в его состав. Объем разработанного технологического процесса должен составлять 10-20 листов технологических карт, ведомостей оснастки, комплектации (уточняется в конкретном задании на дипломный проект).

Документация техпроцесса входит в состав пояснительной записки.

Графический материал к технологической части дипломного проекта размещается на 1-2 листах формата А4 и может содержать следующие виды чертежей:

общий вид оснастки, средств механизации, нестандартного оборудования или контрольно-измерительной аппаратуры;

чертежи основных узлов или деталей, входящих в конструкцию спроектированного технологического оснащения;

чертежи планировки рабочего места или схему сборочного состава узла средней сложности.

Содержание и объем представляемого графического материала в каждом конкретном случае уточняется в задании на дипломный проект.

Экономическая часть. Содержание этой части проекта определяется консультантом кафедры "Экономика и организация промышленных предприятий". В этом разделе должен быть помещен материал, обосновывающий принятие тех или иных технических решений, например, материал по калькуляции себестоимости и расчет экономической эффективности внедрения в производство блока (прибора) разработанной конструкции. Кратко излагаются технико-экономические показатели новой конструкции устройства, анализируется их соответствие заданию на дипломное проектирование.

Требования охраны труда и техники безопасности. В этой главе перечисляются особые требования по охране труда и технике безопасности, обусловленные спецификой спроектированного изделия, которые необходимо выполнять в процессе изготовления изделия, контроля и регулировки его, а также в процессе эксплуатации.

Конкретное задание по разделу "Охрана труда и техника безопасности" выдается соответствующей кафедрой.

#### 4.3. Техническое описание

Техническое описание обязательно должно входить самостоятельным разделом (главой) в основную часть пояснительной записки. Оно предназначено для изучения изделия и является важнейшим документом, от которого в значительной степени зависит правильная эксплуатация изделия,

а следовательно и достигаемый (фактический) уровень его надежности и эффективности.

Техническое описание составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-68 (с расчетом на специальную подготовку персонала по техническому обслуживанию и использованию изделий радиоэлектронной техники) и прилагается к каждому выпускаемому заводом радиотехническому изделию.

Техническое описание должно состоять из разделов, располагаемых в следующей последовательности:

Введение. Во введении следует указать:

- а) назначение технического описания;
- б) состав технического описания (т.е. количество самостоятельных документов, составляющих техническое описание);
- в) перечень документов (если они имеются), которыми следует руководствоваться при изучении изделия;
- г) принятые в техническом описании обозначения составных частей изделия, физических величин и т.д.

Назначение. В разделе "Назначение" приводится полное наименование и шифр изделия, его назначение и область применения.

Технические данные. В этом разделе приводятся технические данные в объеме, необходимом для изучения и правильной эксплуатации изделия, например:

- дальность действия;
  - точность работы;
  - параметры входных и выходных сигналов;
  - потребляемая мощность;
  - условия эксплуатации (предельные значения);
  - габариты, масса изделия
- и другие сведения.

Устройство и работа изделия (принцип действия). Описание блок-схемы.

В разделе "Устройство и работа изделия" описывается функциональная схема изделия, даются общие сведения о принципе действия и функциональном назначении его отдельных частей, приводятся описания путей поступления, прохождения и преобразования сигналов, а также взаимодействие отдельных частей. При описании сложных функциональных схем рекомендуется использовать временные диаграммы прохождения сигналов, пределы регулировки и положения органов управления.

Описание принципиальной электрической схемы. В это описание включаются вопросы:

- назначение рассматриваемой схемы;
- взаимосвязь отдельных каскадов, линий узлов при различных режимах работы;
- назначение и действие органов управления, которыми производится настройка схемы как на заводе-изготовителе, так и при ее эксплуатации на объектах.

При этом следует подробно описывать физическую сущность процессов, происходящих при действии органов управления, и приводить необходимые иллюстрации.

Описание работы "классических" схем (катодных повторителей, усилительных каскадов и т.д.), а также вспомогательных элементов схемы обычно не приводится, однако отмечается их роль и получаемый от применения эффект.

Оригинальные схемы рассматриваются более подробно, с указанием назначения и технических данных.

Устройство и работа составных частей изделия (если они имеются).

При описании устройства следует учитывать взаимодействие его частей, что позволяет расположить материал наиболее целесообразно.

Описание конструкции. В разделе "Описание конструкции" приводится подробное описание конструкции прибора и его составных частей в следующей последовательности:

- конструктивные и технологические особенности блока (узла);
- расположение органов регулировки, управления и контроля (если они имеются);
- крепление радиоэлементов и их маркировка;
- пломбировка;
- меры, принятые для обеспечения нормальных температурных режимов, экранирования и т.д.

Раздел должен быть иллюстрирован общими конструктивными видами как всего прибора в целом, так и его отдельных частей.

Перечень возможных неисправностей и способов их устранения.

В зависимости от характера разрабатываемого устройства и его сложности, отдельные разделы технического описания могут быть совмещены или исключены, а в случае необходимости, вводятся и другие разделы.

Примечание. В пояснительной записке к дипломному проекту допускаются ссылки на чертежи, приводимые в графической части проекта.

#### 4.4. Некоторые особенности выполнения дипломных проектов, связанных с разработкой микросхем

Высокие требования, предъявляемые к уменьшению габаритов, массе, повышению надежности РЭА можно удовлетворить только при комплексной микроминиатюризации всех ее компонентов. Поэтому при разработке современных конструкций РЭА, ряд ее узлов может быть выполнен в виде тонкопленочных гибридных интегральных микросхем. Принципы размещения микросхем на печатных платах, сборки узлов, содержащих микросхемы, упрощенный расчет температурного режима и некоторые другие сведения приведены в нормалях ОСТ.ГО.010.009 и ОСТ.ГО.054.014 "Узлы и блоки РЭА на микросхемах". Указанные нормы имеются на кафедре.

При разработке микросхемы следует, исходя из требований обеспечения электрических параметров схемы, условий эксплуатации изделия, требований технического задания, выбрать наиболее целесообразный вариант конструкции, наилучший вариант технологического процесса изготовления тонкопленочной микросхемы (термическое испарение в вакууме, катодное или ионно-плазменное распыление, фотолитографию и т.д.), выбрать материал основания (подложки) и материалы для нанесения тонких пленок, рассчитать конструктивные параметры тонкопленочных элементов (с учетом технологических погрешностей, температурной неустойчивости и старения), разработать топологию микросхемы. Выполняя эту часть проекта, целесообразно пользоваться материалами нормы ОСТ Г.О.073.005. "Микросхемы гибридные пленочные, разработка топологии", можно также использовать имеющиеся на кафедре методические указания к курсовому проекту по курсу "Конструирование и расчет микросхем".

В процессе разработки топологии микросхемы определяется оптимальное число элементов, располагаемых на одной подложке (критерий оптимальности - минимум плат, которые необходимо изготовить для выполнения программы). Затем выбирается корпус, разрабатывается общая конструкция и технология сборки, заливки, герметизации, испытаний и контроля узла. Наиболее полную информацию при выполнении этой части дипломного проекта можно получить из РТМ АГ.О.052.002. "Микросхемы Топология", а также ОСТ.ГО.054.014 "Узлы и блоки РЭА на микросхемах, типовые техпроцессы сборки".

В связи с малыми размерами микросхем разработка конструкций микросхем должна сопровождаться расчетами паразитных связей и теплового режима. Обязательным является расчет надежности.

Основной технической документацией, выполняемой при разработке гибридных пленочных микросхем, является следующая:



принципиальная электрическая схема;  
сопроводительный паспорт совместно с габаритным чертежом;  
сборочный чертеж микросхемы в корпусе;  
сборочный чертеж микросхемы без корпуса;  
топологический чертеж интегральной микросхемы;  
таблицы координат конфигураций элементов в слое;  
технические условия.

Разработка технологических процессов изготовления тонкопленочных микросхем, установки и монтажа навесных элементов, сборки микросхем в корпусе, герметизации, испытаний и контроля выносятся в технологическую часть проекта. Как правило, это укрупненные техпроцессы. В технологической части дипломного проекта помещаются также информация о различных приспособлениях, разработанных с целью повышения качества и надежности микросхем, улучшения технологичности и снижения стоимости их изготовления.

Разработка одной гибридной пленочной микросхемы (функционального узла) занимает обычно одну главу в конструкторской части и несколько параграфов в технологической части дипломного проекта. В остальной структуре дипломного проекта остается прежней (описанной ранее).

Если весь дипломный проект посвящен разработке гибридных интегральных схем (ГИС) или большой гибридной интегральной микросхемы (БГИС), объем и содержание глав могут несколько изменяться, однако тепловые расчеты паразитных связей, надежности, вибростойкости и т.д. остаются. С учетом того, что разработка ГИС и БГИС, а также техпроцессов их изготовления является новым направлением в технике, в дипломные проекты по микроэлектронике могут быть введены элементы исследований, связанных с разработкой машинных методов проектирования ГИС и разработкой техпроцессов их изготовления.

## 5. ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

### Общие рекомендации

В дипломных проектах технологического профиля предусматривается разработка технологических процессов сборки, монтажа, регулировки и контроля блоков, приборов, устройств или отдельных сложных узлов с разработкой планировки участка или цеха.

В проекте должны быть найдены рациональные способы решения технических, технологических и организационно-экономических задач, по-

ставленных в техническом задании на дипломный проект. Решение этих задач достигается путем усовершенствования существующих или разработки новых технологических процессов за счет применения прогрессивных методов труда, широкого использования средств механизации и автоматизации, улучшения организации производственного процесса, решения отдельных теоретических физико-химических процессов, имеющих значение для производства радиоаппаратуры.

В связи с этим в дипломных проектах технологического профиля проводится технико-экономическое сравнение действующего (существующего) и предлагаемого (разрабатываемого) технологических процессов, конструктивно-технологический анализ изделия, теоретические обоснования, расчеты, и, по возможности, экспериментальная проверка предлагаемых усовершенствований в конструкции и технологии изготовления изделия, решение теоретических физико-химических процессов, связанных со специфическими особенностями технологии РЭА, конструктивное решение вопросов предлагаемого технологического оснащения с учетом заданного типа производства или объема выпуска изделия. При выполнении проекта студент должен показать глубокие теоретические знания по технологии производства и умение выбрать, обосновать и разработать на основе технико-экономических расчетов прогрессивный технологический процесс.

Разработка дипломного проекта проводится на основе комплекта конструкторской документации на изделие и заданного годового объема или программы выпуска изделия.

### 5.1. Задание на проект

Задание оформляется на типовом бланке (приложение I), в котором указываются следующие основные данные:

- тема проекта;
- исходные данные для проектирования (годовая программа выпуска, комплект конструкторской документации, трудоемкость, сведения о технологическом процессе, который надо развить или усовершенствовать, чертежи и др.);
- содержание работ по проектированию технологического процесса;
- содержание работ по экономической части проекта;
- содержание работ по охране труда, промышленной санитарии и охране природы;
- содержание графической части проекта;
- срок выдачи задания и защиты дипломного проекта.

## 5.2. Содержание проекта

Содержание проекта технологического профиля определяется заданием на дипломный проект, подписанным руководителем проекта, консультантами по экономической части, охране труда и промышленной санитарии.

В качестве примерных тем дипломных проектов технологического профиля могут быть следующие:

- разработка технологических процессов сборки, монтажа, регулировки и контроля блока, прибора, устройства, сложных узлов;
- разработка технологического процесса изготовления микроблюка с интегральной пленочной, гибридной микросхемой;
- разработка технологических процессов защиты изделий от внешних воздействий;
- разработка типовых и групповых технологических процессов изготовления изделий;
- разработка технологических процессов приемно-сдаточных и периодических испытаний радиоаппаратуры;
- разработка технологических процессов сборки, монтажа, регулировки и контроля изделий на автоматических и роторных линиях;
- разработка проекта производственного участка по изготовлению узлов, блоков, приборов устройств с переводом сборки, монтажа, регулировки и контроля на одно- и многопредметные конвейерные линии;
- разработка проекта цеха общей или узловой сборки;
- разработка проекта специализированного цеха сборки РЭА на микросхемах;
- разработка проекта типового участка изготовления гибридных пленочных микросхем частного применения.

Состоит дипломный проект из трех частей: графической части, пояснительной записки, описания технологического процесса.

### Гра ф и ч е с к а я   ч а с т ь

Графическая часть дипломного проекта технологического профиля может содержать следующие чертежи, выполненные карандашом:

- 1 - конструкторские документы на изделие (сборочный чертеж, монтажный чертеж) с отражением в них изменений, направленных на совершенствование конструкции и технологии (2-3 листа формата 24);
- 2 - схему сборочного состава изделия (1-2 листа формата 24);
- 3 - технологическую схему изготовления изделия (1 лист формата 24);
- 4 - технологическую планировку цеха (1-2 листа формата 24);
- 5 - конструкторские документы на спроектированную технологическую оснастку (2-3 листа формата 24);

- 6 - графические материалы к технико-экономическому обоснованию проекта, результаты теоретических и экспериментальных исследований (1-2 листа формата 24);
- 7 - организацию и планировку рабочего места (1 лист формата 24);
- 3 - классификатор типовых представителей (1 лист формата 24);
- 9 - циклограммы и стандарт - планы выпуска изделий (1 лист формата 24).

Графический материал пунктов 8 и 9 выполняется при разработке проектов типовых и групповых технологических процессов или при переводе изготовления изделий на одно - и многосредметные конвейерные линии.

Объем графической части должен быть 10-12 листов формата 24.

Графики, схемы, диаграммы можно представлять в цветной туши.

Они должны быть выполнены в полном соответствии с требованиями ГОСТов ЕСКД и подписаны студентом и руководителем проекта, а по отдельным частям (экономика, охрана труда) - дополнительно консультантами по данной части проекта.

#### О с н о в н а я   ч а с т ь   п о я с н и т е л ь н о й з а п и с к и

Основная часть должна содержать следующие материалы:

1. Обоснование темы и ее актуальности, возможные направления решения поставленной задачи.
2. Анализ задания на проектирование, основные технические данные, условия эксплуатации и особенности конструкции, определяющие специфичность технологических процессов изготовления изделий.
3. Анализ конструкции и производственных отклонений параметров при изготовлении блоков, приборов, узлов и входящих в них деталей применительно к заданному типу производства.
4. Предложения по усовершенствованию конструкции, оформление их в виде проектов извещений на изменение конструкции.
5. Теоретические сведения о технологических процессах производства РЗА применительно к разрабатываемым технологическим процессам изготовления заданного изделия.
6. Варианты технологических процессов изготовления изделия, обосно-

вание выбора одного из них применительно к заданным производственно-техническим условиям.

7. Проектирование операционных или эскизно-операционных, типовых, групповых технологических процессов.
8. Разработка ведомостей технологического оснащения, комплектации, материалов;  
технично-экономические показатели разрабатываемого технологического процесса изготовления изделий.
9. Расчетный материал по технологическому оснащению сборочно-монтажных, регулировочных и контрольных процессов.
10. Теоретическое и, при необходимости, экспериментальное исследование технологических процессов изготовления узлов, блоков, приборов, устройств;  
разработка мероприятий по усовершенствованию технологии с учетом их технико-экономической эффективности.
11. Организационно-экономическая часть проекта (разработка планировки участка или цеха, расчет конвейерных линий, планировка и организация рабочих мест, расчет основных технико-экономических показателей участка или цеха).
12. Обеспечение требований охраны труда, техники безопасности, пожаробезопасности и охраны природы.
13. Общие выводы и заключения по проекту.

## С о д е р ж а н и е   п о я с н и т е л ь н о й   з а п и с к и

Примерное содержание разделов основной части пояснительной записки дипломных проектов технологического профиля следующее.

Введение. Содержание раздела должно соответствовать рекомендациям, изложенным в п. 2.1.

Конструктивно-технологический анализ изделия. В этой части даются краткие сведения о назначении и применении изделия или группы однотипных изделий, их конструкции. Рассматриваются особенности конструкции изделий, обусловленные их назначением и условиями эксплуатации, и основные данные технических условий, определяющие специфичность сборочно-монтажных, регулировочных и контрольных процессов. Производится технологический контроль чертежей и анализ технологичности конструкции изделия. Анализируется возможность получения заданных размерных цепей и выходных параметров с учетом отклонений за счет производственных погрешностей.

Технологический контроль чертежей осуществляют согласно ЕСКД ГОСТ 2.121-73. Анализ технологичности проводят в соответствии с ЕСТП ГОСТ 14.201-73, ГОСТ 14.202-73, ГОСТ 14.203-73, ГОСТ 14.204-73, отраслевыми нормами и ЕСКД ГОСТ 2.116-71.

Данные технологического контроля, результаты и показатели технологичности сводятся в таблицы. Предложения по конструктивному улучшению оформляются в виде проектов извещений на изменение конструкции и приводится их технико-экономическое обоснование.

Теоретическая часть. В п. 5.2 даются основные теоретические сведения, относящиеся к разработке технологии; осуществляется выбор, обоснование и разработка схемы сборочного состава изделия, определяется тип производства. В зависимости от типа производства рассчитывают ритм выпуска изделия или партию, определяют организационные формы сборки, выбирают транспортные средства.

В теоретической части рассматривают возможную степень использования существующих или вновь предложенных и проектируемых студентом средств механизации и автоматизации, по укрупненным показателям ориентировочно определяют их технико-экономическую эффективность.

При разработке типовых и групповых технологических процессов необходимо:

- а) дать краткие характеристики типовых представителей и описать процессы их изготовления;
- б) разработать классификатор с учетом конструктивно-технологических признаков и производственной обстановки;
- в) выявить работы с вредными условиями и разработать мероприятия по снижению вредности за счет улучшения условий труда;
- г) предварительно определить производственную структуру цеха, дать ему краткую характеристику, определить требования на интерьеры помещений цеха, исходя из характеристик технологических процессов;
- д) изложить общие положения по организации технологических процессов, требования к разрабатываемым процессам и используемым материалам, к микроклимату и чистоте производственных помещений.

На основании кратких характеристик и описаний технологических процессов составляют план операций и разрабатывают несколько вариантов технологических процессов. По укрупненным нормам трудоемкости проводят их технико-экономическое обоснование и выбирают лучший по технико-экономическим показателям.

Ведомостью применяемости узлов деталей на единицу изделия и на годовую программу заканчивается данная глава.

Исследовательская часть. Эта часть выполняется при условии указания на нее в задании на дипломное проектирование. Теоретические и экспериментальные исследования проводятся по отдельным операциям при разработке теоретических физико-химических процессов и обусловленных спецификой технологии изготовления изделия.

Организационная часть. В ней приводятся следующие расчеты:

режимов и фондов времени;  
потребного количества производственных, вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, МОП;  
производственных, вспомогательных и бытовых площадей,  
потребного количества оснастки, инструмента, стандартного и нестандартного оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры;  
организационно-технических параметров одно- и многопредметных конвейерных линий.

На основании этих расчетов окончательно уточняется производственная структура, дается краткая характеристика производственных участков, рабочих мест, взаимосвязи между ними.

В организационную часть входит разработка технологической планировки участка и цеха. На планировке должны быть указаны рабочие места, производственные, вспомогательные и бытовые площади, сетка колонн, базовые отметки и размеры для расположения рабочих мест и других устройств.

Перечень рабочих мест и их технические характеристики приводятся в спецификации, вычерчиваемой на общем листе планировки.

Необходимо обосновать и разработать планировку и организацию одного из рабочих мест, заложенные в технологическом процессе в соответствии с требованиями НОТ. Глубина, объем расчетов зависят от выбранной темы дипломного проекта и должны указываться в задании на дипломное проектирование.

Расчетно-проектная часть. Содержанием данной части являются расчеты вновь проектируемой или модернизируемой оснастки, специального инструмента, средств механизации, нестандартного оборудования или контрольно-измерительной аппаратуры. При проектировании производится выбор и обоснование конструктивной схемы проектируемого оснащения; рассчитываются размерные цепи деталей и узлов, их габаритные размеры; обосновывается выбор применяемых материалов, гальвано- и лакокрасочных покрытий; приводится описание принципа действия и состава конструкции.

Объем и глубина расчетов зависят от вида проектируемого оснащения, сложности его состава.

Экономическая часть. В этой части пояснительной записки приводятся расчеты условно-годовой экономии и экономической эффективности от внедрения разработанного технологического процесса и от предложенных мероприятий, направленных на улучшение условий труда; определяются технико-экономические показатели участка или цеха.

Детальное содержание главы определяется консультантом, назначенным кафедрой "Экономика и организация промышленных предприятий".

Охрана труда и техника безопасности. Здесь необходимо перечислить требования по охране труда и технике безопасности, обусловленные спецификой спроектированного технологического процесса при выполнении сборочно-монтажных, регулировочных и контрольных работ.

Детальное содержание этой части определяется консультантом от кафедры "Охрана труда".

### 5.3. Разработка технологического процесса

Технологическая часть должна строиться по следующему плану.

1. В соответствии с выбранным типом производства и организационными формами сборочно-монтажных и регулировочных работ определяются по ЕСТПП ГОСТ I4.30I-73 вид технологического процесса.

2. Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения проводится по ЕСТПП I4.30I-73. На основании выбранного варианта разрабатывают подробный операционный или эскизно-операционный технологический процесс сборки, монтажа, регулировки и контроля изделия.

3. Обосновывается используемое технологическое оснащение, режимы его работы.

4. При разработке технологических процессов следует использовать материалы действующих руководящих технических материалов (РТМ), ОСТов отрасли, типовых технологических процессов, прогрессивных методов труда и организации производства.

5. Производится выбор и обоснование профессии рабочих, разрядности работ, рассчитывается трудоемкость по операциям и в целом на изделие, по видам работ; разрабатывается на одно из изделий циклограмма.

6. Составляется ведомости технологического оснащения, комплектации материалов.



Объем описания технологического процесса должен составлять 40-50 листов технологических бланков форматом II. Описание технологического процесса и ведомости оформляются отдельным альбомом или вшиваются в пояснительную записку.

## 6. ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОФИЛЯ

### 6.1. Задание на проект

Задание на дипломный проект исследовательского профиля должно содержать следующие данные:

1. Тема: наименование объекта исследований.
2. Обоснование задачи или цели, которая должна быть решена или достигнута в результате выполнения исследования.
3. Содержание работы по проектированию и исследованию с указанием методов исследований.
4. Примерный перечень разделов проекта.
5. Содержание графической части проекта.

Примечание: задания на дипломные проекты исследовательского профиля оформляются на нестандартном бланке, отпечатанном на машинке.

### 6.2. Содержание проекта

Для дипломных проектов исследовательского профиля характерно исследование вопросов, связанных с проблемами конструирования и технологии, а также повышения надежности, снижения стоимости и миниатюризации РЭА. К ним относятся следующие вопросы:

1. Исследование механической прочности и виброизоляции.
2. Исследование вопросов электрической прочности.
3. Исследование вопросов электромагнитной совместимости, экранирования и металлизации.
4. Исследование вопросов защиты человека и аппаратуры от ионизирующих излучений.
5. Теплозащита и теплообмен.
6. Миниатюризация высокочастотных узлов и блоков.
7. Конструирование микроэлектронной аппаратуры.
8. Теория контактов РЭА. Изучение шумовых явлений в контактах.
9. Повышение информационной способности индикаторных устройств.

10. Электрофизические, электрохимические методы обработки материалов.
11. Электрофизические методы соединения электродов между собой.
12. Методы контроля параметров узлов и блоков, методы контроля техпроцессов.
13. Технологическое обоснование выбора материала пленок и конструкций с применением пленок.
14. Групповые и интегрально-групповые методы создания узлов и методы защиты их от внешних воздействий.
15. Высокопроизводительные методы настройки и испытания радиоаппаратуры.
16. Вопросы анализа технологических процессов на основе вероятностных методов.
17. вопросы охраны труда и окружающей среды.
18. Вопросы повышения электрических характеристик микросхем с помощью конструкторско-технологических методов.
19. Вопросы машинного проектирования РЭА и оптимизации технологии производства.

#### Гра ф и ч е с к а я   ч а с т ь

Содержание и объем графической части дипломного проекта определяются руководителем проекта при составлении задания на проектирование, однако ее объем должен составлять не менее 8 листов формата 24.

Все спецификации и перечни радиоэлементов выполняются на формате II, в порядке следования подшиваются к пояснительной записке в разделе "Приложения", объем которого не ограничивается. При большом объеме приложений их рекомендуется переплести в отдельную книгу.

#### С о д е р ж а н и е   п о я с н и т е л ь н о й   з а п и с к и

Введение. В этом разделе пояснительной записки должна раскрываться тема проекта, формулироваться и обосновываться основная задача исследования (см. п. 2).

Обзор состояния вопроса исследования (по литературным источникам, теоретические предпосылки и возможные пути решения задачи исследования).

Предметом анализа должны быть новые идеи и проблемы, возможные подходы к решению этих проблем, результаты предыдущих исследований по

данной проблеме, данные экономического характера. Следует обосновать преимущества выбранного направления работы по сравнению с другими возможными направлениями.

Теоретические исследования, выводы основных закономерностей и соотношений.

Методический план экспериментальных исследований, его обоснование. Описание экспериментальной установки или объекта исследования. Методика исследования должна излагаться подробно, с обоснованием ее выбора или разработки (кроме общеупотребительной). При описании экспериментов должна указываться их цель, описываться программа, оцениваться их точность и достоверность полученных данных.

5. Обобщенные данные экспериментальных и теоретических исследований и их сопоставление.

6. Экономическая часть. Определение экономической эффективности внедрения в промышленное производство результатов исследований. Конкретное содержание и объем экономической части дипломного проекта устанавливается кафедрой "Экономика и организация промышленных предприятий". Пояснительная записка не должна превышать 100-120 стр.

7. Выводы.

Пояснительная записка должна удовлетворять общим требованиям и рекомендациям, изложенным в разделе 2.

Особыми требованиями к пояснительной записке исследовательского профиля относятся следующие:

- четкость построения;
- логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающая возможность субъективного и неоднозначного толкования;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

МВССО РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

ФАКУЛЬТЕТ № 5

Кафедра «КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО РАДИОАППАРАТУРЫ»

## ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студенту \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ 197\_\_ г.

Тема проекта: \_\_\_\_\_

Программа \_\_\_\_\_ в год.

Исходные данные к проекту \_\_\_\_\_

### СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА:

1. Расчет схемы и определение электрических допусков

2. Расчет и конструирование установки (прибора, блока)

а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_





Приложение 3

185									
7	10	23	15	10	110				10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
					5	3 × 5 = 15	8	7	

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение.....	3
1. Подготовка дипломных проектов к защите.....	5
2. Содержание и оформление пояснительной записки.....	6
2.1. Содержание пояснительной записки.....	6
2.2. Общие правила оформления пояснительной записки.....	8
3. Тематика дипломных проектов.....	9
4. Дипломные проекты конструкторского профиля.....	10
4.1. Задание на проект.....	10
4.2. Содержание проекта.....	10
4.3. Техническое описание.....	13
4.4. Некоторые особенности выполнения дипломных проек- тов, связанных с разработкой микросхем.....	16
5. Дипломный проект технологического профиля.....	17
5.1. Задание на проект.....	18
5.2. Содержание проекта.....	19
5.3. Разработка технологического процесса.....	24
6. Дипломный проект исследовательского профиля.....	25
6.1. Задание на проект.....	25
6.2. Содержание проекта.....	25
Приложение 1.....	28
Приложение 2 .....	30
Приложение 3.....	31