



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЫСШИЙ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для учащихся специальности
2-41 01 31 «Микроэлектроника»**

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для учащихся специальности
2-41 01 31 «Микроэлектроника»**

МИНСК 2013

**Минск
МГВРК
2013**

УДК 621.3.049.77.002(075)
ББК 32.844.1я7
Д46

Рекомендовано к изданию кафедрой радиоэлектроники (протокол № 1 от 29.08.2013 г.) и Научно-методическим советом учреждения образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж» (протокол № 2 от 21.09.2013 г.)

С о с т а в и т е л и:

М. Ф. Прудник, преподаватель кафедры радиоэлектроники МГВРК,
В. В. Шаталова, зав. кафедрой радиоэлектроники МГВРК,
Н. И. Василевская, преподаватель кафедры радиоэлектроники МГВРК,
А. В. Шишанков, преподаватель кафедры радиоэлектроники МГВРК,
А. С. Турцевич, главный инженер ОАО «ИНТЕГРАЛ» –
управляющая компания холдинга ОАО «ИНТЕГРАЛ»

Р е ц е н з е н т

О. Н. Образцова, зав. кафедрой общетехнических дисциплин,
канд. техн. наук, доцент

Д46 **Дипломное** проектирование : метод. указания для учащихся специальности 2-41 01 31 «Микроэлектроника» / сост. М. Ф. Прудник, В. В. Шаталова, Н. И. Василевская, А. В. Шишанков, А. С. Турцевич. – Минск : МГВРК, 2013. – 28 с.
ISBN 978-985-526-197-2

Установлен порядок организации, хода и контроля дипломного проектирования, рекомендовано примерное содержание четырех видов дипломных проектов: с технологическим уклоном, конструкторского вида, с практическим исполнением и компьютерным моделированием различных технологических процессов, а также проиллюстрировано примерами оформления некоторых видов конструкторских документов, предложен обширный перечень литературы.

Предназначено для учащихся и руководителей дипломных проектов.

УДК 621.3.049.77.002(075)
ББК 32.844.1я7

© Прудник М. Ф., Шаталова В. В., Василевская Н. И., Шишанков А. В., Турцевич А. С., составление, 2013

ISBN 978-985-526-197-2

© Учреждение образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж», 2013

Предисловие

Дипломный проект – это работа, в которой комплексно используются знания учащихся, полученные по многочисленным дисциплинам, предусмотренным учебным планом.

Микроэлектроника – область электроники, охватывающая проблемы использования, конструирования, изготовления и применения микроэлектронных устройств, то есть устройств с высокой степенью миниатюризации, являющихся конструктивно-технологической базой современных электронных средств. В связи с этим, выполнение дипломного проекта учащимися специальности 2-41 01 31 «Микроэлектроника» направлено на:

- изучение и исследование физико-химических основ микроэлектроники;
- решение вопросов схемотехники, конструирования и технологических процессов изготовления микроэлектронных устройств и систем;
- разработку конструкции и изготовление лабораторных макетов, отдельных узлов технологического и испытательного оборудования для учебного процесса;
- компьютерное моделирование технологических операций.

1 Цели и задачи дипломного проектирования

Дипломный проект (ДП) – самостоятельная работа учащегося, на основании которой Государственная квалификационная комиссия (ГКК) решает вопрос о присвоении учащемуся квалификации специалиста. В процессе дипломного проектирования учащийся систематизирует, закрепляет и расширяет полученные в ходе обучения знания.

К выполнению ДП допускаются учащиеся, полностью выполнившие учебный план по всем видам теоретического, практического и производственного обучения.

Целями дипломного проектирования являются:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний и навыков и применение их при решении конкретных теоретических, производственных, научно-исследовательских и экономических задач в соответствии с темой ДП;

- развитие навыков самостоятельной работы и овладение методикой исследования и эксперимента при решении разрабатываемых проблем и вопросов;

- выяснение степени подготовленности учащегося для самостоятельной работы в условиях современного производства.

В соответствии с квалификационной характеристикой специальности 2-41 01 31 «Микроэлектроника» основные задачи дипломного проектирования следующие:

- выбор технических решений, наиболее полно удовлетворяющих современным достижениям науки и техники в разработке и производстве наноструктур, интегральных микросхем (ИМС), полупроводниковых и оптоэлектронных приборов, элементов функциональной микроэлектроники;

- разработка конструкции проектируемых устройств на основе технического задания с расчетным обоснованием выбранных решений при обеспечении защиты от внешних воздействий и прогнозировании качества работы;

- разработка технологических процессов производства микроэлектронных устройств (МЭУ);

- технико-экономическое обоснование производства ИМС, расчет годового экономического эффекта от внедрения;

- разработка вопросов обеспечения качества продукции, охраны труда и техники безопасности.

2 Организация дипломного проектирования

2.1 Темы и задания на дипломное проектирование

Темы дипломных проектов должны отвечать современным требованиям науки и техники, соответствовать по степени сложности объему теоретических знаний и практических навыков, полученных учащимися за время обучения в колледже.

Темы ДП разрабатываются преподавателями колледжа совместно со специалистами предприятий и рассматриваются на заседаниях предметно-методической комиссии (ПМК) и кафедры. Одновременно с предлагаемой темой руководитель ДП представляет задание с содержанием и графиком выполнения ДП.

Задания на дипломные проекты рассматриваются на заседаниях ПМК и кафедры, подписываются руководителем дипломного проектирования и утверждаются проректором по учебной работе или по его поручению заведующим кафедрой.

Закрепление тем ДП за учащимися оформляется приказом ректора колледжа по представлению заведующего кафедрой и согласно заявлениям учащихся.

Утвержденные проректором задания на дипломное проектирование выдаются учащимся не позже, чем за две недели до начала преддипломной практики.

2.2 Руководство дипломным проектированием

Общее руководство дипломным проектированием осуществляют проректор по учебной работе, заведующий отделением, председатель ПМК.

Основными обязанностями руководителя дипломного проектирования являются:

- подготовка тем ДП, разработка и своевременная выдача индивидуальных заданий на ДП для каждого учащегося;

- оказание помощи учащимся в определении перечня материалов, которые они должны изучить, собрать и обработать во время производственной преддипломной практики;

- консультации учащихся по вопросам порядка и последовательности выполнения ДП, объема и содержания пояснительной записки (ПЗ) и графической части ДП;

- оказание помощи учащимся в выборе литературы при выполнении ДП;

- контроль выполнения ДП.

В установленные сроки (согласно графику дипломного проектирования) учащийся обязан отчитаться перед руководителем о выполненной им работе.

По окончании работы руководитель подписывает ПЗ и чертежи дипломного проекта в графе «Пров.» основной надписи, составляет отзыв о качестве ДП.

2.3 Рецензирование дипломных проектов и допуск к защите

Выполненный ДП с заданием и отзывом руководителя проекта направляется на рецензирование.

Рецензенты ДП назначаются ректором колледжа из числа руководителей и специалистов республиканских органов государственного управления, организаций-заказчиков кадров, педагогических работников системы высшего образования, которые не работают в данном учреждении среднего специального образования (ССО) и не осуществляют руководство или консультации по выполнению ДП.

На рецензирование направляются ДП после прохождения учащимися рабочей комиссии.

Учащийся должен быть ознакомлен с содержанием рецензии не позднее, чем за день до защиты проекта.

Внесение изменений в ДП после получения рецензии не допускается. Рецензия вкладывается в ПЗ, но не подшивается.

После ознакомления с проектом, отзывом руководителя и рецензией заведующий отделением решает вопрос о допуске учащегося к защите ДП.

Допуск учащегося к защите проекта объявляется приказом ректора колледжа.

2.4 Защита дипломного проекта

Для проверки подготовленности выпускаемых специалистов и присвоения квалификации создается ГКК.

Состав ГКК утверждается приказом ректора по колледжу на один год.

Работа ГКК проводится согласно установленному расписанию.

На защиту ГКК представляются следующие материалы:

1) выполненные дипломные проекты с отзывами руководителей ДП и рецензиями;

2) сведения об успеваемости учащихся по всем предметам, а также о выполнении ими всех требований учебного плана.

На защиту ДП учащемуся отводится 45 минут, включая:

- доклад в течение 15–20 минут;

- зачитывание отзыва и рецензии;

- вопросы членов ГКК и ответы учащегося.

Защита ДП проводится на открытом заседании ГКК.

Решение о присвоении учащемуся квалификации и выдаче диплома о среднем специальном образовании (диплома о среднем специальном образовании с отличием) принимается ГКК на

итоговом закрытом заседании большинством голосов. При оценке учитываются:

- практическая ценность ДП;

- качество оформления ДП, грамотность составления ПЗ;

- содержание доклада и ответы на вопросы;

- практическая и теоретическая подготовка учащегося;

- отзывы рецензента и руководителя проекта.

Учащемуся, выполнившему ДП, но получившему неудовлетворительную оценку (ниже четырех баллов), выдается справка об окончании теоретического курса и прохождении производственного обучения без присвоения квалификации.

3 Порядок организации дипломного проектирования и контроль за его ходом

3.1 Первый этап дипломного проектирования – преддипломная практика

Работа над дипломным проектом – одна из задач преддипломной практики, во время прохождения которой учащимся должен быть проведен литературный обзор по ДП, а также разработан план-проспект проекта.

План-проспект ДП включает наименование всех разделов ДП с кратким описанием их содержания, список литературы, а также перечень графического материала с указанием форматов чертежей. Все эти вопросы должны быть включены в индивидуальное задание по практике.

3.2 Контроль выполнения дипломного проекта. Опроцентки

При выполнении ДП учащийся должен придерживаться графика дипломного проектирования.

Для контроля за ходом выполнения и оформления ДП предусмотрены опроцентки.

Опроцентки проводятся по графику, доводимому до сведения учащихся в конце преддипломной практики, в котором ука-

зывается объем работы, которая должна быть выполнена к каждой опроцентовке.

Явка учащихся на опроцентовки обязательна. О результатах опроцентовок должны быть информированы председатель ПМК и заведующий отделением.

3.3 Порядок проведения рабочей комиссии

Рабочая комиссия является заключительным этапом проверки готовности дипломника к защите ДП, которая проводится за 10–15 дней до защиты ДП.

На рабочую комиссию учащийся представляет дипломный проект в полном объеме: ПЗ в папке с твердыми обложками с титульным листом, содержащим все подписи, графическую часть с подписью руководителя, отзыв руководителя.

Рабочая комиссия проводит техконтроль и нормоконтроль ДП. При прохождении техконтроля заслушивается сообщение учащегося по проекту, определяется соответствие ДП заданию, выясняется готовность учащегося к защите.

В ходе нормоконтроля проверяется соответствие оформления пояснительной записки и графической части нормативным документам.

В случае, если рабочая комиссия не считает возможным допустить учащегося к защите, то этот вопрос рассматривается на заседании ПМК с привлечением руководителя ДП. При отрицательном заключении ПМК протокол заседания через заведующего отделением направляется ректору на утверждение, после чего учащийся информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта.

По итогам прохождения рабочей комиссии ДП представляется на подпись председателю ПМК, который после утверждения отправляет его на рецензирование.

4 Виды и тематика дипломных проектов

В зависимости от приоритета задач, решаемых в ДП, их можно разделить на следующие виды:

- дипломные проекты, связанные с разработкой технологии производства микроэлектронных устройств;
- дипломные проекты, связанные с разработкой конструкции микроэлектронных устройств;
- дипломные проекты с практическим исполнением;
- дипломные проекты с компьютерным моделированием технологических операций.

Могут быть также предложены темы ДП, отличные от перечисленных.

По форме организации процесса дипломного проектирования проекты можно разделить на индивидуальные и коллективные.

При индивидуальном проектировании каждый учащийся самостоятельно работает над реализацией проекта.

В процесс коллективного проектирования группа учащихся объединяется во временный творческий коллектив, который решает комплекс задач, объединенных единым замыслом. При этом каждый учащийся получает задание на проектирование. Название темы коллективного ДП состоит из двух частей: общего названия темы и названия подтемы, разрабатываемой в рамках ДП каждым учащимся. Каждый учащийся выполняет ПЗ по своей подтеме и графическую часть.

4.1 Дипломный проект с технологическим уклоном

В ДП технологического профиля должны отображаться особенности изготовления полупроводниковых и гибридных интегральных микросхем (ИМС), учитывая влияние технологических факторов на их конструктивные и электрические характеристики. Объектами ДП с технологическим уклоном могут быть:

- технологические процессы производства полупроводниковых ИМС и гибридных микросборок, имеющих конструктивную или технологическую новизну;
- высокопроизводительные методы сборки, монтажа, наладки, контроля и испытаний изделий микроэлектроники;
- высокопроизводительное технологическое оборудование и оснастка.

Состав ПЗ проекта данного вида может быть примерно следующим.

Введение:

- значение изделий электронной техники и их применение;
- необходимость применения новых технологий, материалов, методов обработки и т. д.;
- постановка задачи ДП.

Литературный обзор:

- анализ и описание технологических процессов, конструктивных и схематичных решений, поставленной задачи из нескольких литературных источников, в том числе Интернет-ресурсов;
- на основании проведенного литературного обзора должна быть предложена схема или путь решения задачи по ДП;
- выводы.

Теоретический раздел:

- теоретическое обоснование пути или метода решения поставленной задачи в виде расчетов, теоретических выкладок, различных графических зависимостей и т. д.;
- выводы.

Технологический раздел:

- характеристика условий проведения технологических процессов, операций, измерений;
- выбор и обоснование данного технологического процесса;
- технологический маршрут;
- выбор и обоснование применяемых материалов;
- описание проведения технологического процесса, операции;
- краткая характеристика применяемого оборудования;
- преимущества применяемого оборудования или предполагаемого оборудования по сравнению с серийным;
- вывод.

Экспериментальный раздел:

- проведение эксперимента, его цели и задачи;
- контроль качества, испытания;
- статистическая обработка данных эксперимента, составление таблиц, их анализ;
- графики, фотографии, гистограммы;
- выводы, предложения.

Экономический раздел.

Охрана труда.

Заключение.

Литература.

Приложения.

Графическая часть:

- структурная схема технологического процесса;
- структурная схема порядка проведения операции;
- графики, диаграммы, таблицы и гистограммы результатов проведения эксперимента;
- перечень оборудования, на котором производилась работа (в зависимости от темы);
- электрическая схема оборудования или узла, на котором производилась работа, велись измерения.

Рекомендуемый перечень разделов не обязателен. В зависимости от темы и по усмотрению руководителя каждый раздел ПЗ может содержать в большей или меньшей степени те или иные вопросы, и соответственно, число страниц каждого раздела может отличаться.

Все другие виды документов, необходимые для пояснения принятых конструктивных решений, могут быть приведены в приложениях.

4.2 Дипломный проект конструкторского вида

В ДП данного вида решаются задачи разработки конструкции узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры в виде интегральных микросхем как полупроводниковых, так и гибридных, но особое внимание должно быть уделено следующим вопросам:

- анализу исходных данных на проектирование и выбору вида микросхемы для реализации данного устройства;
- оптимизации принципиальной электрической схемы для наиболее удобной ее интегральной реализации;
- анализу возможности реализации элементов схемы в том или ином исполнении;
- проектированию и расчету всех элементов схемы;
- разработке топологии;
- оценке качества разработанной топологии и проведению всех необходимых расчетов (расчет теплового режима, оценка паразитных связей);

- проработке конструкций микросхемы в целом (способ защиты от внешних воздействий, тип корпуса, способ установки микросхемы в корпус, способ установки и монтажа навесных компонентов);

- особенностям конструкции микросхемы, связанным со специальными требованиями;

- выбору технологического процесса изготовления микросхемы;

- анализу качественных показателей разработанной микросхемы (надежности, технологичности, стоимости).

При необходимости в проекте могут отражаться и другие вопросы, связанные с разработкой конструкции микросхемы.

Пример темы и исходных данных ДП конструкторского вида может быть следующим.

Разработка 8-разрядного шинного формирователя с пониженным напряжением питания

Исходные данные на проектирование:

- 5-вольтовая серия логических ИС;

- 3-вольтовая серия микросхем;

- изделие конструируется для сухих отапливаемых помещений при температуре окружающей среды 290–298 К, относительной влажности 80 % при температуре 300 К, давление $P = 800$ мм рт. ст.;

- вид производства – массовое. Запрещается применение драгоценных металлов, показатели технологичности уточняются в процессе проектирования.

Состав ПЗ проекта данного вида примерно следующий.

Введение.

1 Тенденции развития современных ИС.

2 Выбор схмотехнической реализации шинного формирователя.

3 Выбор элементной базы для реализации серии 5-вольтовых ИС.

4 Выбор элементной базы для реализации серии 3-вольтовых схем.

5 Проектирование элементов.

6 Моделирование технологического процесса ионного легирования.

7 Оценка показателей качества.

7.1 Расчет надежности.

8 Экономический раздел.

9 Охрана труда.

Заключение.

Литература.

Приложения.

Графическая часть ДП конструкторского вида может включать следующую конструкторскую документацию:

- схему электрическую принципиальную;

- топологические чертежи микросхем;

- послонные чертежи;

- сборочные чертежи микросхем;

- все другие виды документов, необходимые для пояснения принятых конструкторских решений.

4.3 Дипломный проект с практическим исполнением

В ДП данного вида решаются задачи проектирования, разработки и изготовления действующих макетов различного назначения, обладающих функциональной завершенностью.

Приоритетными являются задания на изготовление действующих лабораторных макетов, необходимых для оснащения лабораторий колледжа. Учащиеся-дипломники могут привлекаться к изготовлению действующих макетов, установок, не связанных с учебным процессом, но имеющих достаточную техническую и функциональную сложность.

Макет представляется ГКК, а после защиты передается в соответствующую лабораторию. К макету обязательно прилагается комплект технической документации для обеспечения его правильной эксплуатации и инструкция пользователя в случае необходимости ремонта.

Состав ПЗ ДП такого вида может быть следующим.

Введение

1 Литературный обзор.

2 Теоретический раздел.

2.1 Анализ схемы и разработка конструкции.

- 2.2 Электрический расчет.
- 2.3 Обоснование конструктивного исполнения.
- 3 Разработка компоновки устройства.

3.1 Разработка лицевой панели.

3.2 Выбор способа электрического монтажа.

4 Экспериментальный раздел.

4.1 Описание принципа действия устройства.

4.2 Описание последовательности включения и работы с устройством.

4.3 Результаты эксперимента: снятые характеристики и построенные графики и т. д.

4.4 Выводы.

5 Экономический раздел.

6 Охрана труда.

Заключение.

Литература.

Приложения.

В состав графической части дипломного проекта этого вида могут входить следующие чертежи:

- схема электрическая структурная;
- схема электрическая принципиальная;
- сборочные чертежи;
- чертежи общего вида;
- чертежи деталей;
- чертежи печатных плат;
- графики и таблицы с результатами экспериментов;
- паспорт, руководство пользователя и приложения;
- все другие виды документов, необходимые для пояснения принятых конструктивно-технологических решений.

Рекомендуемый состав ПЗ и графической части может быть изменен в зависимости от вопросов, решаемых в ходе дипломного проектирования, а их содержание определяется руководителем ДП.

4.4 Дипломный проект с компьютерной имитацией технологического процесса

Это может быть любой технологический процесс производства микросистемных устройств.

В ДП данного типа решаются задачи применения компьютерных средств для описания, моделирования технологических операций, технических процессов микросистемных структур и систем.

Состав ПЗ ДП такого вида может быть следующим.

Введение:

- суть решаемой технологической задачи;
- значение и применение компьютерных средств при изучении данного явления, процесса;
- постановка задачи.

Литературный обзор:

- анализ физических явлений и законов, лежащих в основе разрабатываемой темы;
- описанные в литературе процессы, оборудование, технологические циклы, порядок измерения параметров, преимущества разработки согласно дипломному заданию перед существующими.

Технологический раздел:

- разработка сценария, описание формальной физико-математической модели технологического цикла, порядка измерения параметров, технологических сред, порядка измерения параметров электронного или микросистемного устройства, порядка функционирования модели, производимые ею действия и связи между этими действиями, применение таблиц.

Экспериментальный раздел:

- программы (разработка алгоритмического обеспечения, реализация разработанного алгоритма, порядок работы с программой, отладка программного средства, выявление причин наличия ошибок и их устранение, демонстрация результатов работы программного продукта).

Экономический раздел.

Охрана труда.

Заключение.

Литература.

Приложения.

5 Специальные разделы дипломных проектов

К специальным разделам ДП относятся: экономический и охраны труда.

По этим разделам назначаются консультанты, которые дают формулировку тем по экономике и охране труда, подлежащих решению в ДП, уточняют их, консультируют и оказывают помощь учащимся в их решении.

Объем каждого раздела составляет примерно 10–15 страниц.

Следует учитывать, что темы по специальным разделам должны логически соответствовать и поддерживать тему, разрабатываемую в ДП.

6 Рекомендации по оформлению дипломного проекта

6.1 Оформление пояснительной записки

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части. Объем пояснительной записки должен быть в пределах 80–100 страниц рукописного текста или 40–50 страниц печатного текста.

Текст ПЗ печатается на стандартной белой бумаге формата А4 и располагается, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, нижнее – 15 мм, правое 8–10 мм, верхнее – 15 мм.

Пояснительная записка выполняется рукописно или с применением печатающих средств ПЭВМ (шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, интервал – полуторный). Исключением являются название и шифр ПЗ на титульном листе – прописными буквами размером 16–20 пт. Абзацы текста начинают отступом 15 мм. Текст выравнивается по ширине.

Материал ПЗ дипломного проекта располагается в следующем порядке:

1) титульный лист в соответствии с примером, приведенным в приложении А;

2) бланк индивидуального задания. Пример оформления дан в приложении Б;

3) содержание, где приводят наименования разделов и подразделов с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала составных частей ПЗ проекта. Первый лист содержания является третьим листом ПЗ. Пример оформления дан в приложении В;

4) введение, разделы и заключение ПЗ, оформленные в соответствии с требованиями, изложенными в [1]. Каждый раздел начинается с новой страницы;

5) список литературы, который оформляется по требованиям, приведенным в [10]. Пример оформления дан в приложении Г;

6) приложения (перечень элементов схемы электрической принципиальной, спецификация конструкции и др.).

Первый лист содержания оформляется на листе писчей бумаги формата А4 с рамкой по ГОСТ 2.104–68, форма 2, второй – по форме 2а. Последующие листы ПЗ оформляются без рамки. В листах ПЗ, которые не имеют основных надписей, нумерация проставляется в правом нижнем углу.

Правила оформления пояснительной записки приводятся в пособии [31].

6.2 Графическая часть

Графическая часть ДП должна составлять не менее четырех листов формата А1. Это могут быть: структурные схемы технологических процессов, схемы электрические принципиальные, сборочные чертежи, чертежи общего вида и печатных плат, топологические чертежи микросхем, таблицы и графики результатов экспериментов и т. д.

Перечень графического материала определяется темой проекта и должен в полном объеме отражать все решения, принятые в ходе разработки ДП.

Рекомендуемая литература

Нормативные документы

1 ГОСТ 2.105–95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – Введ. 1996–07–01. – М. : Стандартинформ, 2005.

2 ГОСТ 2.417–91 ЕСКД. Платы печатные. Правила выполнения чертежей. – Введ. 1992–07–01 ; переизд. – М. : ИПК стандартов, 2002.

3 ГОСТ 2.702–75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – Введ. 1977–07–01 ; с изм. – М. : ИПК стандартов, 2000.

4 ГОСТ 2.721–74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – Введ. 1975–07–01 ; с изм. – М. : ИПК стандартов, 1998.

5 ГОСТ 2.723–68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители. – Введ. 1971–01–01 ; с изм. – М. : Изд-во стандартов, 2002.

6 ГОСТ 2.725–68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие. – Введ. 1971–01–01 ; с изм. – М. : Стандартинформ, 2010.

7 ГОСТ 2.728–74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы. – Введ. 1975–07–01 ; с изм. – М. : Изд-во стандартов, 2002.

8 ГОСТ 2.730–73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые. – Введ. 1974–07–01 ; с изм. – М. : Изд-во стандартов, 2002.

9 ГОСТ 2.755–87 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. – Введ. 1998–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1998.

10 ГОСТ 7.1–2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 30–04–2004. – Минск : Госстандарт РБ, 2004.

Основная

11 Антонети, П. МОП–СБИС. Моделирование элементов и технологических процессов / П. Антонети, Д. Антониадис, Р. Даттон. – М. : Радио и связь, 1988.

12 Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. – М. : ДМК-Пресс, 2012.

13 Броудай, И. Физические основы микротехнологии : пер. с англ. / И. Броудай. – М. : Мир, 1988.

14 Бурбаев, Н. В. Основы полупроводниковой электроники / Н. В. Бурбаев, Т. С. Днепровская. – М. : Физматлит, 2012.

15 Готра, З. Ю. Контроль качества и надежность микросхем / З. Ю. Готра. – М. : Радио и связь, 1989.

16 Готра, З. Ю. Технология микроэлектронных устройств : справочник / З. Ю. Готра. – М. : Радио и связь, 1991.

17 Грудман, М. Основы физики полупроводников. Нанопизика и технические приложения / М. Грудман. – М. : Физматлит, 2012.

18 Гуревич, А. Г. Физика твердого тела / А. Г. Гуревич. – СПб. : Невский диалект, 2004.

19 Гуртов, В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие / В. А. Гуртов. – 2-е изд., доп. – М. : Техносфера, 2007.

20 Достанко, А. П. Технология интегральных схем : учеб. пособие / А. П. Достанко. – Минск : Выш. шк., 1982.

21 Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2010.

22 Ильющенко, А. Ф. Процессы плазменного нанесения покрытий. Теория и практика / А. Ф. Ильющенко. – Минск : Арми-та-Маркетинг : Менеджмент, 1999.

23 Коледов, Л. А. Технологии и конструкции микросхем, микропроцессов и микросборок / Л. А. Коледов. – СПб. : Лань, 2008.

24 Конструирование и технология микросхем. Курсовое проектирование / под ред. Л. А. Коледова. – М. : Высш. шк., 1984.

25 Королев, М. А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : учеб. пособие : в 2 ч. / М. А. Королев, Т. Ю. Крупкина, М. А. Ревелева. – М. : Бином, 2007.

26 Маллер, Р. Элементы интегральных схем : пер. с англ. / Р. Маллер, Т. Кейминс. – М. : Мир, 1989.

27 Малышева, И. А. Технология производства интегральных микросхем : учебник / И. А. Малышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1991.

28 Матсон, Э. А. Конструкции и расчет микросхем и микроэлементов ЭВА : учеб. пособие / Э. А. Матсон, Д. В. Крыжановский, В. И. Петкевич. – Минск : Выш. шк., 1979.

29 Онегин, Е. Е. Автоматическая сборка ИС / Е. Е. Онегин. – Минск : Выш. шк., 1990.

30 Осипов, Ю. В. Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Диффузия : учеб. пособие / Ю. В. Осипов, М. Б. Славин. – М. : МИСиС, 2011.

31 Оформление курсовых и дипломных проектов : метод. указания / Т. И. Фещенко, Ю. С. Сычева, Н. И. Василевская, О. Н. Образцова. – Минск : МГВРК, 2006.

32 Парфенова, Е. Л. Физические основы микро- и нанoeлектроники / Е. Л. Парфенова. – М. : Феникс, 2012.

33 Пасынков, В. В. Материалы электронной техники : учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. – М. : Высш. шк., 1986.

34 Пролейко, В. М. Базовые лекции по электронике : в 2 т. / В. М. Пролейко. – М. : Техносфера, 2009.

35 Прянишников, В. А. Электроника / В. А. Прянишников. – СПб. : Корона-Век, 2010.

36 Пул, Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. – 3-е изд., доп. и испр. – М. : Техносфера, 2005.

37 Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры : справочник / под ред. Э. Т. Романчевой. – М. : Радио и связь, 1989.

38 Роундер, Э. Размерные эффекты в наноматериалах / Э. Роундер. – М. : Техносфера, 2010.

39 Садовничий, В. А. Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности / В. А. Садовничий. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 2012.

40 Сергеев, А. Г. Нанометрология / А. Г. Сергеев. – М. : Логос, 2011.

41 Технология СБИС : в 2 кн. / под ред. С. Зи ; пер. с англ. под ред. Ю. Д. Чистякова. – М. : Мир, 1986.

42 Тилл, У. Интегральные схемы. Материалы, приборы, изготовление : пер. с англ. / У. Тилл, Дж. Лаксон. – М. : Мир, 1985.

43 Топильский, В. Б. Схемотехника измерительных устройств : учеб. издание / В. Б. Топильский. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

44 Чернышев, А. А. Основы надежности полупроводниковых приборов и интегральных микросхем / А. А. Чернышев. – М. : Радио и связь, 1988.

45 Чистяков, Ю. Д. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : в 2 т. / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

Приложение А
(справочное)

Пример оформления титульного листа

		Министерство образования Республики Беларусь Учреждение образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж»
		Допущен к защите Заведующая отделением _____ (Иванова С. И.) «__» _____ 2013 г.
		СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ДИФУЗИОННЫХ ПЕЧАХ Пояснительная записка ДП 72.792003.201 ПЗ
Инв. № подл.		
Подп. и дата		
Взаим. инв. №		
Инф. № дубл.		
Подп. и дата		
		Дипломник (К. Л. Дорощёнок) Руководитель проекта (Н. Н. Герасимчик) Консультант по охране труда (О. С. Архипова) Консультант по экономическому разделу (Е. А. Будревич) Председатель ПМК (М. Ф. Прудник) Рецензент
		2013

Приложение Б
(справочное)

Пример оформления задания на дипломный проект

Министерство образования Республики Беларусь Учреждение образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж»	Отделение <u>Электроники</u> Специальность <u>2-41 01 31</u> гр. <u>72792</u> УТВЕРЖДАЮ Проректор по учебной работе _____ (Ф. С. Шумчик) «__» _____ 2013 г.
ЗАДАНИЕ на дипломное проектирование Дипломнику <u>Дорощёнку Кириллу Леонидовичу</u> (фамилия, имя, отчество)	
1. Тема проекта <u>Совершенствование метода измерения температуры в термодиффузионных печах</u> Утверждена приказом по колледжу: № <u>103-оу</u> от <u>06.03.2013</u> 2. Срок сдачи дипломником завершеного проекта <u>17.06.2013</u> 3. Исходные данные по проекту <u>Потребляемая мощность – 5 Вт, предел допускаемой приведенной погрешности – 0,1 %, диапазон измерения температуры – 50...1600 °С, напряжение питания – 230 В</u>	
4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА а) Пояснительная записка (перечень подлежащих рассмотрению в дипломном проекте вопросов и их краткое содержание)	
Введение _____ 1 Литературный обзор _____ 2 Теоретический раздел _____ 2.1 Анализ методов контроля температуры _____ 2.2 Анализ системы регулирования температуры _____ 3 Технологический раздел _____ 3.1 Устройство и работа преобразователей _____ 3.2 Измерение температурного профиля нагревателя электропечи _____ 4 Экспериментальный раздел _____ 4.1 Внедрение процесса измерения температуры с помощью измерителя микропроцессорного Е401 _____ 5 Экономический раздел _____ 6 Охрана труда _____ Заключение _____ Литература _____ Приложение _____	

б) Графическая часть проекта (с точным указанием обязательных чертежей)

Лист 1 Электродогрев 02ДОМ – 75 -001 (формат А1)

Лист 2 Автоматическая система регулирования температуры (формат А1)

Лист 3 Функциональная схема преобразователей (формат А1)

Лист 4 Графики измерения температуры (формат А1)

Лист 5

5. Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

по экономическому разделу Будревич Е. А.

по охране труда Архипова О. С.

6. Календарный график работы над проектом на весь период

1) Введение 6.03–11.03

2) Литературный обзор 11.03–18.03

3) Теоретический раздел 18.03–2.04

4) Технология измерения температуры 02.04–20.05

5) Экспериментальный раздел 20.05–27.05

6) Экономический раздел 24.05–30.05

7) Охрана труда 30.05–10.06

8) Заключение, список литературы 10.05–20.05

9) Оформление пояснительной записки 31.05–08.06

10) Оформление графической части 10.05–08.06

Руководитель проекта (Герасимчик Н. Н.)

Дата выдачи задания 06.03.2013

Задание принял к выполнению (дата) 30.03.2013

Подпись учащегося

ВНИМАНИЕ. Задание печатается на одном листе формата А4 с двух сторон и подшивается в пояснительную записку после титульного листа. В нумерацию записки не включается.

Приложение В

(справочное)

Пример оформления листа «Содержание» пояснительной записки

Содержание

Введение	3
1 Литературный обзор	5
2 Теоретический раздел	11
2.1 Анализ методов контроля температуры	11
2.2 Анализ системы регулирования температуры	18
3 Технологический раздел	26
3.1 Устройство и работа преобразователей	26
3.2 Измерение температурного профиля нагревателя электродогрева	28
4 Экспериментальный раздел	32
4.1 Внедрение процесса измерения температуры с помощью измерителя микропроцессорного Е401	32
5 Экономический раздел	35
6 Охрана труда	49
Заключение	58
Литература	59
Приложение	60

ДП 72.792003.210 ПЗ											
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Совершенствование метода измерения температуры в термодиффузионных печах Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов			
Разраб.		Дорожников						2	65		
Провер.		Герасимчик				МГВРК					
Реценз.		Борисенко									
Н. контр.		Шишанков									
Утв.		Прудник									

Приложение Г
(справочное)

Пример оформления списка литературы

Список использованных источников

- 1 Готра, З. Ю. Технология микроэлектронных устройств : справочник / З. Ю. Готра. – М. : Радио и связь, 1991.
- 2 Гуртов, В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие / В. А. Гуртов. – 2-е изд., доп. – М. : Техносфера, 2007.
- 3 Епифанов, Г. И. Твердотельная электроника / Г. И. Епифанов, Ю. А. Моша. – М. : Высш. шк., 1998.
- 4 Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. – 3-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2010.
- 5 Зи, С. М. Физика полупроводниковых приборов : пер. с англ. / С. М. Зи ; под ред. А. Ф. Трутко. – М. : Энергия, 1973.
- 6 Кашкаров, А. П. Справочник радиолюбителя : взаимозаменяемость элементов, цветовая и кодовая маркировка, электронные самоделки / А. П. Кашкаров. – СПб. : Наука и техника, 2008.
- 7 Мальшева, И. А. Технология производства интегральных микросхем : учебник / И. А. Мальшева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1991.
- 8 Пул, Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. – 3-е изд., доп. и испр. – М. : Техносфера, 2007.
- 9 Суздаlev, И. П. Нанотехнология / И. П. Суздаlev. – М. : КомКнига, 2005.
- 10 Топильский, В. Б. Схемотехника измерительных устройств : учеб. издание / В. Б. Топильский. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
- 11 Чистяков, Ю. Д. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий : в 2 т. / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

Список Интернет-ресурсов

- 1 <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 2 <http://radiostorage.net/>
- 3 <http://www.radioingener.ru/>
- 4 <http://elwo.ru/>

Оглавление

Предисловие	3
1 Цели и задачи дипломного проектирования	3
2 Организация дипломного проектирования	4
2.1 Темы и задания на дипломное проектирование	4
2.2 Руководство дипломным проектированием	5
2.3 Рецензирование дипломных проектов и допуск к защите	5
2.4 Защита дипломного проекта	6
3 Порядок организации дипломного проектирования и контроль за его ходом	7
3.1 Первый этап дипломного проектирования – преддипломная практика	7
3.2 Контроль выполнения дипломного проекта. Опроцентки	7
3.3 Порядок проведения рабочей комиссии	8
4 Виды и тематика дипломных проектов	8
4.1 Дипломный проект с технологическим уклоном	9
4.2 Дипломный проект конструкторского вида	11
4.3 Дипломный проект с практическим исполнением	13
4.4 Дипломный проект с компьютерной имитацией технологического процесса	14
5 Специальные разделы дипломных проектов	16
6 Рекомендации по оформлению дипломного проекта	16
6.1 Оформление пояснительной записки	16
6.2 Графическая часть	17
Рекомендуемая литература	18
Приложение А Пример оформления титульного листа	22
Приложение Б Пример оформления задания на дипломный проект	23
Приложение В Пример оформления листа «Содержание» пояснительной записки	25
Приложение Г Пример оформления списка литературы	26

Учебное издание

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для учащихся специальности
2-41 01 31 «Микроэлектроника»

С о с т а в и т е л и:
Прудник Михаил Федорович
Шаталова Виктория Викторовна
Василевская Нина Ивановна
Шишанков Александр Владимирович
Турцевич Аркадий Степанович

Ответственный за выпуск О. П. Козельская
Редактор Г. Л. Говор
Корректор Ю. С. Гришкевич
Компьютерная верстка В. Ч. Миколаевич

Подписано в печать 19.09.2013. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага писчая.
Ризография. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,01. Тираж 60 экз. Заказ 141.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Минский государственный высший
радиотехнический колледж»
ЛИ № 02330/0494033 от 08.01.2009.
Пр. Независимости, 62, 220005, Минск.