

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
ДЛЯ МАГИСТРОВ НАПРАВЛЕНИЯ 220400  
ПО КУРСУ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
УПРАВЛЕНИЯ»**

(Электронный ресурс)

Составитель  
В.П. ГАЛАС

Владимир 2014

УДК 681.51 (076)

ББК 32.988-5я7

Г16

**Методические** указания и задания к курсовому проектированию для магистров направления 220400 - управление в технических системах по курсу «Проектирование систем автоматического управления» / сост.: В. П. Галас; Владим. гос. ун-т. – Владимир: 2014. – 44 с.

Рассматриваются общие вопросы курсового проектирования, алгоритм разработки проекта. Содержат задания, рекомендации по организации работы над проектом, выбору структуры, содержанию основных разделов, оформлению пояснительной записки и чертежей.

Предназначены для магистров направления 220400 – управление в технических системах.

Библиогр. : 47 назв.

УДК 681.51 (076)

ББК 32.988-5я7

## 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*Курсовое проектирование* – важный этап обучения магистров, цель которого – систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков при решении конкретных технических задач; развитие навыков самостоятельной работы с технической литературой в ходе анализа и расчетов; приобретение творческих навыков при самостоятельном решении проектных, конструкторских и технологических задач; подготовка к магистерской выпускной работе

Во время курсового проектирования магистрант должен показать умение использовать теоретические знания, накопленные в результате изучения всех предшествующих дисциплин для решения конкретной задачи, и освоить в короткий срок новые разделы в пределах изученных дисциплин для проектирования устройств на современном уровне достижений науки и техники.

Процесс развития систем автоматизированного и автоматического управления обусловлен требованиями постоянного усложнения выполняемых ими функциональных задач и расширением областей применения. Функциональная сложность систем в свою очередь определяет аппаратную (схемную) сложность и оценивается числом пассивных и активных элементов. С увеличением последней возникают противоречия в цепочке взаимодействующих факторов: сложность – надежность – масса (объем) – энергопотребление – стоимость – сроки разработки и изготовления. Здесь важную роль играет разработчик, который путем использования совершенной элементной базы, новых методов конструирования, новой технологии изготовления способствует разрешению этих противоречий. При этом ему необходимо знать принципы действия применяемых устройств и систем; особенности компоновок РЭА; свойства материалов и их проявления в различных условиях эксплуатации; технологию изготовления отдельных деталей и сборочных единиц; автоматизацию проектирования конструкций и технологических процессов; условия эксплуатации РЭА и методы защиты от ее дестабилизирующих факторов (теплообменные процессы, вибрации и удары, воздействие электромагнитных полей, радиации и влаги и т. д.), основы анализа надежности РЭА, основы микроэлектроники, вопросы

стандартизации, унификации, технологичности, патентное дело, экономику и технику безопасности, правила оформления конструкторской документации и многое другое.

В учебном плане направления 220400 – «Управление в технических системах» рассмотрению большей части из перечисленных вопросов посвящены курсы «Электроника», «Технические средства автоматизации и управления», «Математическое моделирование объектов и систем управления», «Автоматизированные информационно-управляющие системы», «Автоматизированное проектирование средств и систем управления», «Проектирование, конструирование и технология изготовления систем управления». В курсе «Проектирование систем автоматического управления», для систематизации и закрепления перечисленных выше вопросов, а также для приобретения творческих навыков при самостоятельном решении проектных, конструкторских и технологических задач, предусмотрено выполнение междисциплинарного курсового проекта, задачами которого являются:

- систематизация и расширение теоретических знаний при решении комплексных задач создания современных конструкций средств САУ;
- совершенствование схемотехнических, конструкторских и графических навыков;
- практическое применение САПР при проектировании конструкций;
- изучение справочной и технической литературы по проектированию и конструированию;
- изучение системы ГОСТ и единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- подготовка к самостоятельному решению сложных конструкторских задач для выполнения предстоящего дипломного проекта и последующей работы в организациях и на предприятиях промышленности.

Основная задача курсового проекта – реализовать системный подход при проектировании конструкций РЭА с учетом известных и перечисленных далее стадий проектирования РЭА.

**Техническое задание.** Предусматривает рассмотрение магистрантом индивидуального задания на курсовое проектирование и уточнение совместно с руководителем проекта объема и содержания работ, которые необходимо выполнить при проектировании конструкций РЭА. Результатом рассмотрения задания является разработка расширенного технического задания.

**Техническое предложение (ГОСТ 2.118-73).** Предусматривает анализ

индивидуального задания и электрической принципиальной схемы, выданных студенту в качестве исходных данных на курсовое проектирование, а также анализ существующих конструкций аналогу РЭУ и выбор метода конструирования устройства. На этой стадии проектирования также проводится патентный поиск.

**Эскизный проект** (ГОСТ 2.119-73). Выполняется с целью принятия принципиальных конструктивных решений изделия, дающих общее представление о компоновке и размещении элементов конструкции. Оптимальный вариант конструкции РЭУ определяется в результате предварительной компоновки и сравнения вариантов по показателям качества. При этом следует, учитывать конструктивные, технологические и эксплуатационные особенности разрабатываемого РЭУ и существующих аналогов, прототипов и сопоставимых изделий, а также тенденции и перспективы развития отечественной и зарубежной техники в данной области. Результатом выполнения этой стадии проектирования являются:

- чертеж общего вида конструкции РЭУ (предварительный вариант);
- конструкторские расчеты, подтверждающие выполненную предварительную компоновку конструкции;

**Технический проект** (ГОСТ 2.120-73). Выполняется с целью выявления окончательных технических решений по разрабатываемой конструкции РЭА, т. е. в результате компоновки определяются размещение схемных и конструктивных элементов, конструкций плат, элементов электрических и механических связей и другие технические решения, дающие полное представление о конструкции изделия. Результатом выполнения этой стадии проектирования являются:

- чертеж общего вида конструкции РЭА (окончательный вариант);
- конструкторские расчеты, подтверждающие выполненную окончательную компоновку конструкции.

**Рабочий проект** (ГОСТ 2.102-68). Выполняется с целью разработки и оформления чертежей деталей и сборочных единиц, спецификаций и других рабочих документов, оговоренных в индивидуальном задании. При проектировании с использованием САПР выполняются чертежи в формате используемого пакета.

## **2. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

Курсовой проект должен решать комплексную инженерно-техническую задачу, включающую анализ и обоснование основных элементов и узлов проектируемого устройства, разработку конструкции, обоснование принятых расчетных параметров и технических решений.

Темой курсового проекта является разработка функционального блока конструктивно законченного радиоэлектронного устройства (ФБ РЭУ) различного назначения.

Проектирование конструкции ФБ РЭУ включает синтез цифрового конечного автомата по заданному содержательному описанию, анализ электрической принципиальной схемы и технических требований, выданных по заданию на курсовой проект. Проектирование сопровождается оценкой элементной базы, компоновкой, разработкой сборочных и детальных чертежей, выбором электрических соединений, соединителей, материалов и покрытий, а также расчетами, проводимыми при конструировании (обеспечение электромагнитной и тепловой совместимости, помехоустойчивости, электрической и механической прочности и др.). При этом особое внимание обращается на обеспечение требований комплексной миниатюризации, надежности, стандартизации и технологичности.

## **3. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект представляет собой совокупность документов, включающих расчетно-пояснительную записку и графическую часть в виде комплекта чертежей и плакатов.

В расчетно-пояснительной записке излагается основное содержание курсового проекта, которое иллюстрируется необходимыми схемами, графиками и таблицами. Изложение материала должно четко отражать творческую часть, характеризующую самостоятельную работу автора проекта. Если в проекте используется материал других авторов, то должна быть ссылка на соответствующий источник.

Выбор метода проектирования, того или иного расчета, принимаемые решения должны кратко, но убедительно обосновываться.

Отдельные вопросы проекта излагаются в пояснительной записке в порядке логической последовательности и связываются по содержанию единством общего плана проекта.

Графическая часть курсового проекта выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД.

В состав графической части проекта могут входить следующие чертежи:

- схема электрическая принципиальная (блока и субблока);
- схема электрическая соединений;
- схема электрическая расположения;
- чертеж общего вида устройства;
- сборочный чертеж устройства (печатного узла);
- электромонтажный чертеж;
- рабочие чертежи деталей, в том числе чертежи печатной платы.

#### **4. УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

В расчетно-пояснительной записке даются подробные исходные данные к проекту, отражается выполнение всех пунктов задания на курсовое проектирование.

Рекомендуется следующее содержание расчетно-пояснительной записки: титульный лист, задание, содержание, введение, основная (проектная) часть, заключение, список литературы, приложения.

*Титульный лист* оформляется по установленной форме (Приложение А), где указываются министерство, наименование ВУЗа, тема курсового проекта, фамилия, имя и отчество студента, руководитель работы, год.

*Задание на курсовое проектирование* отражает содержание проекта. Оно выдается руководителем, оформляется на бланке установленной формы, подписывается руководителем, студентом и утверждается заведующим кафедрой. В задании указывается тема, дата выдачи задания и срок сдачи законченного проекта, исходные данные к проекту, перечень вопросов, подлежащих разработке, перечень графического материала. Здесь же могут быть приведены сведения о содержании некоторых разделов.

Исходные данные на курсовое проектирование формулируются в зависимости от характера поставленной задачи. Здесь в краткой форме могут быть приведены имеющиеся технологические, конструктивные или другие параметры объекта управления, а также его свойства. Могут даваться сведения о потребляемой мощности, номинальных значениях напряжения и частоты источников питания, эксплуатационных и рабочих условиях в виде интервала рабочих температур, давления, влажности, допустимых вибраций, акустических шумов и т.д. В исходных данных может быть также оговорен срок службы объекта разработки, его конструктивные и экономические показатели.

В конечном итоге исходные данные должны содержать необходимый объем информации, позволяющий решать задачи, изложенные в задании на курсовой проект.

*Введение* должно содержать краткое изложение сущности решаемой задачи, обоснование актуальности и новизны темы, ее практической значимости. В текстовую часть «Введения» рекомендуется включить следующие вопросы:

- задача курсового проекта;
- цель проектной и конструкторской разработки;
- соответствие проектируемого устройства нормативно-техническим документам.

*Основной раздел* курсового проекта должен включать:

- изложение сущности поставленной и решаемой задачи;
- обзор литературных, патентно-технических и других источников информации, включая *Internet*, позволяющий оценить современное состояние науки, техники и практики проектирования в рассматриваемой области;

- анализ технического задания и его обоснование, включая расчеты, доказывающие, что полученные в результате проектирования объекты будут обладать эксплуатационными характеристиками, показателями и свойствами, оговоренными в техническом задании;

- обоснование выбора метода решения задачи, методик проектирования и исследований;

- описание и принцип действия разработанных аппаратурных средств, их основные характеристики;

- описание методик расчета и экспериментальных исследований с приведением результатов и оценки погрешностей измерений;

- конструкторско-технологические решения;

*Заключение* должно содержать краткие выводы по результатам работы, оценку технической эффективности и практической значимости разработки, оценку перспективы развития темы. При этом необходимо подвести итог о проделанной работе и сделать заключение о полном выполнении пунктов технического задания, а также наметить основные пути дальнейшего совершенствования разработанной конструкции.

В *приложения* при необходимости следует включать:

- материалы патентных исследований;
- описания аппаратуры и приборов, использованных при проведении экспериментов, измерений и испытаний;



- громоздкие расчеты;
- инструкции и методики, описания алгоритмов и программы решения задач;
- перечни элементов, спецификации;
- иллюстрации вспомогательного характера;
- документы об использовании результатов работы.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОГО РАЗДЕЛА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 5.1. АНАЛИЗ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Индивидуальное задание на курсовое проектирование каждому студенту выдается в начале семестра. В задании указывается срок выдачи, сроки проведения рубежного контроля выполнения студентом отдельных этапов конструкторского проектирования (20, 40, 60, 80 и 100%) и дату защиты проекта. Задание оформляется на специальном бланке, в котором записываются: тема проекта, исходные данные к проекту, объем и содержание графических работ, объем и содержание расчетно-пояснительной записки, рекомендуемая литература, дополнительные указания к проекту.

Пример индивидуального задания на курсовое проектирование приведен в Приложении Б.

В задании приводятся:

**Тема проекта.** В качестве темы для курсового проекта рекомендуется конструирование ФБ РЭУ, входящего в состав средства САУ, в том числе: пульта управления, контрольно-измерительная аппаратура, источники вторичного электропитания, унифицированные функциональные узлы (ячейки) и другие устройства.

**Исходные данные к проекту.** Основными исходными данными для выполнения проекта являются:

1) схема электрическая принципиальная функционального узла блока РЭУ, выполненная в полном соответствии с ЕСКД;

2) электрические требования с указанием данных, наиболее характерных для разрабатываемого устройства, например напряжения, токи, потребляемая мощность, чувствительность, рабочий диапазон частот и другие;

3) конструкторские требования: компоновочные данные (габариты, масса, координаты центра тяжести и точек крепления), показатели надежности;

уровень миниатюризации; степень унификации; технологичность конструкции и т. д.;

4) условия эксплуатации задаются объектом эксплуатации РЭА, например стационарная аппаратура РЭУ, с указанием в расширенном техническом задании конкретных количественных показателей воздействий. Например, устойчивость к климатическим воздействиям по ГОСТ 15150-69; к механическим – по ГОСТ 16019-78 и ГОСТ 17676-81; условия хранения и транспортирования по ГОСТ 15150-69; требования по защите от помехонесущих полей задается ослаблением помехонесущего поля в децибелах на определенной частоте или в диапазоне частот;

5) технико-экономические требования задаются серийностью производства устройства и группой изделия в зависимости от стоимости его разработки и производства (1, 2, 3 группы).

К 1-й группе относится аппаратура, стоимость которой должна быть минимальной. Это в основном аппаратура бытового назначения.

К 2-й группе относится аппаратура, стоимость разработки и производства которой имеет существенное, но не первостепенное значение (медицинская аппаратура, радиостанции низовой народнохозяйственной радиосвязи и др.).

К 3-й группе относится аппаратура, к которой предъявляются жесткие требования по обеспечению заданных технических характеристик.

**Объем графических работ.** Графическая часть проекта включает комплект чертежей на разрабатываемое устройство объемом не менее 2-х листов ватмана формата А1 по ГОСТ 2.301-68 (6 – 8 чертежей), выполненных в электронном виде.

**Объем расчетно-пояснительной записки.** Расчетно-пояснительная записка должна состоять из 30 – 50 листов.

**Рекомендуемая литература.** Литература, которую студенту необходимо использовать при разработке конструкции РЭУ приведена в рекомендательном библиографическом списке настоящего пособия.

**Дополнительные указания к проекту.** Этот раздел задания используется руководителем проекта для включения дополнительных требований к проекту исследовательского характера, а также для включения дополнений, которые появляются у студента при работе над курсовым проектом.

В задачи анализа индивидуального задания входят: расшифровка пунктов и технических требований задания, увязка противоречивых требований и составление расширенного ТЗ на проектирование конструкций ФБ РЭУ.

## 5.2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ И МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При анализе используемых методик и функциональных особенностей объекта разработки студент дает краткое описание используемых методов синтеза цифровых автоматов, принципа работы заданного функционального узла. В соответствии с заданием, приведенным в качестве примера в приложении, необходимо составить таблицу функционирования цифрового автомата, на основании которой с помощью диаграмм Вейча получить систему логических уравнений, связывающих его входы и выходы и реализовать ее в виде схемы автомата в заданном базисе логических элементов. Далее необходимо произвести синтез комбинационного устройства, реализующего функцию преобразования параллельного двоичного кода с выхода автомата в заданный код. Конечным итогом этой части проекта является принципиальная схема цифрового автомата, реализующая заданный алгоритм работы.

При разработке схемы электропитания функционального блока (ФБ) следует исходить из того, что она представляет собой систему, состоящую из ряда последовательно соединенных подсистем, а именно стабилизатора, выпрямителя и трансформатора. Синтез такой системы подразделяется на ряд уровней абстракции и выполняется, начиная с высшего уровня, а именно с правой подсистемы (стабилизатора), выход которого является выходом всей системы. Исходные данные для расчета определяются исходя из заданных характеристик функционального узла и в результате подсчета суммарного электропотребления функционального узла и схемы синтезированного цифрового автомата. По результатам расчета производится синтез узлов схемы электропитания, определяются параметры составляющих их элементов. При использовании унифицированных схемных узлов необходимо привести подробное обоснование возможности их применения.

Особое внимание надо уделить анализу тех элементов, которые существенно влияют на конструкцию и характеристики объекта разработки. В процессе анализа принципиальной схемы студент определяет назначение элементов регулирования, настройки, управления и контроля, особенности их функционирования и возможности конструктивного исполнения. При необходимости он оценивает частотный диапазон работы и чувствительность узлов к возмущающим воздействиям, определяет чувствительные к помехам элементы, паразитные связи. Необходимо также определиться с методами обеспечения

стабильности, характеристиками и параметрами узлов и элементов, которые не могут быть выбраны стандартными и подлежат разработке. Результаты проведенного анализа служат предпосылкой для выбора метода конструирования и конструктивного выполнения разрабатываемого объекта.

### 5.3. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И РАСЧЕТЫ

Разработка конструкции ФБ РЭУ выполняется в два этапа:

- принятие принципиальных конструкторских решений;
- принятие окончательных технических решений.

На этапе *принципиальных конструкторских решений*, который и необходимо выполнить в данном курсовом проекте, рассматриваются следующие вопросы:

- анализ базовых и типовых несущих конструкций;
- выбор необходимого варианта или аргументированное обоснование оригинального конструкторского решения;
- выбор предварительного варианта компоновки устройства;
- выбор типа электрического монтажа;
- выбор способов защиты устройства от дестабилизирующих факторов (механических, климатических и различных помех);
- выбор способов обеспечения нормального теплового режима устройства;
- выбор конструкторских решений, обеспечивающих удобство ремонта и эксплуатации устройства;
- обеспечение требований стандартизации, унификации и технологичности конструкции устройства;
- описание выбранного варианта компоновки устройства.

При выборе предварительного варианта компоновки устройства, задача по разработке конструкции заключается в размещении указанных в электрической принципиальной схеме элементов в заданном, обычно минимальном, объеме. При этом коэффициенты заполнения объема и миниатюризации должны быть не ниже значений, указанных в ТЗ. Для решения этой задачи необходимо:

- провести разбиение электрической принципиальной схемы на функциональные части, которые можно выделить штриховыми линиями;
- скомпоновать в заданном объеме функциональные части схемы, причем

следует рассмотреть не менее двух вариантов компоновки устройства.

При выборе типа электрического монтажа, исходя из известных видов электрического монтажа (объемного и печатного) следует рассмотреть:

- способы электрического монтажа в ячейке и между ячейками;
- способы внутриблочного и межблочного электрического монтажа;

При выборе конструктивных элементов электрического монтажа следует:

- выбрать метод монтажа (печатный, навесной) и способ обеспечения электрических соединений (пайка, сварка, накрутка, обжимка и т. д.);
- выбрать материал припоя и флюса;
- выбрать способы и элементы подводки к блоку внешних электрических цепей.

Для печатного монтажа определяют:

- число слоев печатной платы с учетом специфики схемотехники и условий машинной разводки в случае ее применения;
- метод изготовления печатной платы;
- материал для изготовления печатной платы;
- размер печатной платы и ее толщину из ограничительного ряда по ОСТ 4.010.020 «Платы печатные. Основные размеры»;
- размеры печатных проводников, контактных площадок, монтажных отверстий;
- способы установки навесных ЭРЭ и ИС на печатной плате;
- способы крепления ЭРЭ и ИС.

Для навесного монтажа определяют:

- марку, сечение жилы и вид изоляции монтажного провода;
- способ соединения между собой проводов, а также проводов и выводов навесных элементов;
- способ крепления жгутов, кабелей и проводов к корпусу радиотехнического устройства.

При выборе способов защиты устройства от внешних воздействий следует определить основные способы защиты как всего устройства в целом, так и отдельных его блоков, ячеек и наиболее ответственных деталей от воздействий внешней среды: климатических, механических воздействий и помехонесущих полей. В частности, следует определить возможность и необходимость применения таких способов защиты, как:

- полная либо частичная герметизация всего устройства с помощью корпусов (кожухов);
- герметизация отдельных ячеек и деталей заливкой, пропиткой, обволакиванием, опрессовкой;
- защита с помощью металлических, неметаллических неорганических и лакокрасочных покрытий.

При выборе способов защиты от механических воздействий рекомендуется рассмотреть следующие вопросы:

- выбор собственной частоты конструкции устройства выше заданной;
- применение вибропоглощающих материалов;
- полная или частичная амортизация устройства;
- локальная амортизация отдельных ячеек и узлов;
- защита путем обеспечения вибропрочности элементов и несущих конструкций устройства.

При выборе способов защиты устройства от помехонесущих полей целесообразно использовать такие способы, как:

- экранирование всего устройства в целом либо отдельных его частей;
- пространственное разнесение источника помех и чувствительных цепей устройства.

При выборе конструктивного исполнения экранирования и заземления нужно:

- выполнить расчет элементов печатного и проводного монтажа по постоянному и переменному току; в случае необходимости принять конструктивные меры, исключая паразитные связи и наводки в элементах монтажа и электрической схеме;
- выбрать материал экрана, толщину его стенок, число слоев;

При выборе способов обеспечения нормального теплового режима устройства определяют:

- ориентацию конструктивных деталей в блоке, расположение ячеек, узлов и ЭРЭ;
- основной способ передачи тепла, в зависимости от конструктивных условий эксплуатации, особенностей и режима работы устройства;
- необходимость применения ребрения стенок корпуса;
- необходимость применения радиаторов, в частности для охлаждения полупроводниковых приборов;
- целесообразность применения покрытий, увеличивающих теплоотдачу;

С этой целью производят тепловой расчет конструкции ФБ РЭА.

При выборе конструкторских решений, обеспечивающих удобство ремонта и эксплуатации РЭУ необходимо определить:

- функционально законченные узлы;
- доступность к электрическим соединителям;
- возможность и удобство замены блоков, ячеек;
- возможность перепайки электрического монтажа;
- проведение контроля электрических параметров без разборки;
- размещение органов управления, контроля и защиты.

Для обеспечения требований стандартизации, унификации и технологичности конструкции устройства следует обосновать целесообразность применения стандартизированных и нормализованных ячеек, узлов, конструктивных элементов, деталей, профилей, а также прогрессивных методов сборки и формообразования деталей. В частности, необходимо определить:

- возможность размещения РЭУ в стандартной (по ГОСТ) либо унифицированной в отрасли или на предприятии базовой несущей конструкции (БНК);
- возможность применения унифицированных деталей для крепления печатных плат;
- условия для снижения номенклатуры применяемых комплектующих изделий, материалов, крепежных деталей и технологических процессов.

При описании выбранного варианта компоновки устройства необходимо привести:

- описание конструкции устройства с учетом всех изменений, которые были внесены в исходную компоновку устройства при учете дополнительных требований по защите РЭУ от внешних воздействий, удобству ремонта и эксплуатации, доступности регулировочных элементов;
- чертеж выбранного варианта компоновки устройства. Чертеж должен быть выполнен как чертеж общего вида в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.118-73.

Этап *принятие окончательных технических решений* включает следующие вопросы:

- выбор базовых несущих конструкций и их элементов;
- выбор элементов крепления и фиксации;
- выбор конструктивного исполнения защиты устройства от механических воздействий;
- выбор конструктивных элементов электрического монтажа;

- анализ типов электрических соединителей;
- выбор конструктивного исполнения экранирования и заземления;
- выбор устройств охлаждения ячеек, блоков и РЭА в целом;
- выбор защитных и защитно-декоративных покрытий;
- выбор способов маркировки деталей и сборочных единиц, нанесение надписей на лицевых панелях.

Таким образом, данный этап посвящен детальной проработке принципиальных конструкторских решений, принятых на предыдущем этапе.

Основными конструкторскими расчетами, выполняемыми в курсовом проекте, могут являться:

- расчет объемно-компоновочных характеристик устройства;
- расчет электромагнитной совместимости;
- расчет параметров межэлектрических соединений;
- расчет теплового режима;
- расчет на механические воздействия;
- расчет показателей качества.

Содержание и объем расчетного материала в каждом конкретном случае определяется преподавателем – (руководителем курсового проектирования).

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **6.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИЗЛОЖЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТА**

При изложении и оформлении материала расчетно-пояснительной записки курсового проекта необходимо придерживаться основных требований и рекомендаций по выполнению текстовых документов и в частности действующего в университете стандарта [29] и ГОСТов [43–44].

Объем расчетно-пояснительной записки должен составлять от 30 до 40 страниц текста на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ (кегель 14, через 1,2 интервала с полями 25 мм), не считая иллюстраций и приложений, содержащих вспомогательный материал.

Текст расчетно-пояснительной записки выполняют на белой писчей бумаге формата А4 на одной стороне листа без рамки и штампа. Допускается выполнение листов пояснительной записки по форме 2а [27]. В этом случае написание обозначения пояснительной записки в штампе последующих листов обязательно.

Листинги и результаты выполнения программ, громоздкие блок-схемы



алгоритма расчета и таблицы могут быть помещены в конце расчетно-пояснительной записки в виде приложений.

### ***6.1.1. Титульный лист***

Титульный лист пояснительной записки к курсовому проекту выполняется на белой писчей бумаге формата А4 по образцу, приведенному в приложении А.

Поле, предназначенное для надписей, ограничивают прямоугольной рамкой, при этом крайние поля сверху, слева и справа составляют 25 мм, снизу – 30 мм.

Курсовой проект – технический документ, поэтому различные средства украшения титульного листа (надписи разных цветов, художественные шрифты, виньетки и т. п.) являются излишними.

### ***6.1.2 Рубрикация и составление оглавления***

Перед написанием пояснительной записки все материалы, полученные в процессе работы над проектом, в соответствии с планом подразделяют на отдельные логически соподчиненные части приблизительно равноценной значимости и объемом 2-5 страниц. Каждую часть снабжают кратким и ясным заголовком, отражающим ее содержание. При этом из-за относительно небольшого объема пояснительной записки используют, как правило, одно или двухступенчатую рубрикацию. Все разделы нумеруют в порядке их расположения арабскими цифрами.

Заголовки рекомендуется писать прописными или строчными буквами той же гарнитуры, что и основной текст, используя для выделения полужирное начертание или курсив. Как правило, наименование разделов выполняют в виде заголовка прописными буквами, наименование подразделов записывают в виде заголовка с абзаца строчными буквами, кроме первой прописной. Перенос слов в заголовке не допускается. Точку в конце заголовка не ставят.

Оглавление следует помещать сразу за титульным листом и техническим заданием. Оно дает возможность представить общее содержание пояснительной записки и позволяет быстро найти необходимые сведения. Поэтому более подробное оглавление обычно отражает более тщательную работу над проектом.

В нижней части листа оглавления помещается основная надпись (специ-

альный штамп по форме 2 для текстовых документов) [29, 41].

В графе 1 основной надписи [29] помещается сокращенная запись темы курсового проекта, в графе 2 обозначение документа (децимальный номер) в виде буквенно-цифровой последовательности ВлГУ.220201. XX.Y.00 ПЗ, где ВлГУ – наименование вуза, 220400 – шифр специальности, XX – вариант задания, Y – код вида работы (причем для курсовых проектов это цифра 4, курсовых работ - 5), 00 – порядковый регистрационный номер для пояснительной записки, код которой имеет запись ПЗ.

Заполнение остальных граф основной надписи выполняется по ГОСТ 2.104-68 [41], который устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним.

### ***6.1.3. Стиль изложения***

В расчетно-пояснительной записке отражается выполнение всех пунктов задания на курсовое проектирование. Изложение расчетно-пояснительной записки должно быть выполнено грамотно, кратко, ясным техническим языком. Следует избегать сложных и длинных предложений.

В тексте записки не должно быть общих фраз, общих рекомендаций, расплывчатых на аппаратуру вообще. В записке следует строго придерживаться схемы обоснования конструкторских решений.

Ясность мысли, простота и логичность расположения материала – таковы основные требования к стилю изложения пояснительной записки.

При работе над текстом следует добиваться точного, законченного и в то же время наиболее простого и понятного построения фраз, формулировок и выводов. Необходимо избегать длинных и запутанных предложений. При этом без ущерба для излагаемой мысли повышается эффективность ее восприятия. В научно-технической литературе приняты неопределенно-личная и безличная формы изложения, подчеркивающие объективный характер явлений и процессов, общепринятый характер действий и решений.

Правильно писать в зависимости от времени свершения действия: «выбирается диод...» или «выбран диод...», «принимается равным...» или «принята равным...» и т. д., а не «выбираю диод...», «мы выбираем диод...», «принимаю равным...», «рассчитываю по формуле...» и т. п.

Больше всего стилистических погрешностей допускается при изложении расчетов, когда в состав предложения входят формулы. Предложение с формулой нужно строить так, чтобы слова, символы и знаки формулы составляли

грамматически правильную конструкцию с законченным смыслом.

Например, неправильно:

«Мощность, рассеиваемая на резисторе, рассчитана по формуле  $P=I^2R$ »

«Определяется напряжение источника питания  $U$ :  $U=IR$ »

Правильно:

«Мощность, рассеиваемая на резисторе  $P=I^2R$ .»

«Напряжение источника питания  $U=IR$ .»

При описании процессов в электронных схемах, принципа действия устройств, конструкции элементов и узлов, при изложении расчетов не следует смешивать в одной фразе настоящее время с прошедшим или будущим, совершенный вид с несовершенным и т. д.

Например, неправильно:

«Счетчик обнуляется, когда входной сигнал станет равным 0.»

Правильно:

«Счетчик обнуляется, когда входной сигнал становится равным 0.»

Не следует злоупотреблять страдательным залогом, так как он утяжеляет речь.

Например: вместо «было сделано» - «сделали»,

вместо «было скомпановано» - «скомпановали».

Описывая технологические операции и процессы, нужно с осторожностью пользоваться возвратными глаголами.

Например, неправильно:

«После размещения компонентов плата компонуется, затем трассируется».

Правильно:

«После размещения компонентов плату компонуют, затем трассируют».

Не следует вместо прямой и точной глагольной формы сказуемого прибегать к сочетанию отглагольного существительного того же корня, что и глагол, из которого оно образовано, с глаголами типа «осуществлять», «производить», «оказывать», «подвергать» и т. д. Такие фразы утяжеляют речь.

Например, вместо:

«Регулирование частоты осуществляется ...»

«Настройка канала производится ...»

Рекомендуется:

«Частота регулируется ...»

«Канал настраивается ...»

Не следует также злоупотреблять словосочетанием «имеет место» и глаголами «имеется», «предусмотрена» и «бывают» в значении «есть». Их следует

заменять прямыми и точными словами.

Нужно избегать засорения языка вводными словами, канцеляризмами, пустыми трафаретными выражениями, архаизмами. Часто употребляются такие портящие речь слова и выражения: на сегодняшний день, практически, фактически, вообще говоря, и т. п.

#### **6.1.4. Сокращения**

Сокращения в пояснительной записке нужны и безусловно полезны, но они должны выполняться по установленным правилам и соответствовать нормам литературного русского языка. Сокращениями необходимо пользоваться умеренно. Многочисленные сокращения утомляют и затрудняют понимание смысла написанного.

Основные требования к сокращениям: понятность, благозвучность, соблюдение правил сокращений в тексте и последовательность в их применении, которая означает, что все однотипные слова должны либо сокращаться, либо не сокращаться. Основные формы сокращения:

1. *Графические* – в них вместо части, отсеченной от конца слова, ставят точку, вместо выкинутой середины слова – дефис. Сокращенное до нескольких букв отсечением его конечной части слово принято заканчивать на согласной. Сокращение должно позволить легко и безошибочно восстановить полное слово. Поэтому графические сокращения – обычно сокращения общепринятые, которые понятны всем или значительному большинству. Например: и т. д., т. е., шт., ин-т, з-д, ун-т и др. Большинство графических сокращений допустимо только в сочетании с именами собственными, числами, датами или при ссылках и сопоставлениях. Например: проф. А. А. Петров, 2006 г., см. рис. 1.

2. *Буквенные аббревиатуры* – образуют из первых букв слов сокращаемого словосочетания. Различают аббревиатуры общепринятые: ФСБ, ЭВМ и т. д.; специальные, принятые в специальной литературе, например САПР, ЛАЧХ, ЭДС и т. д.; и индивидуальные, применяемые только в данном труде.

Индивидуальные аббревиатуры широко применяют, когда в тексте многократно встречаются устойчивые словосочетания. Индивидуальные сокращения следует оговорить при первом упоминании, поместив за сокращаемым сочетанием слов его аббревиатуру, написанную прописными буквами в скобках, например цифровой автомат (ЦА), синхронизирующий генератор (СГ). Дальше в тексте аббревиатура употребляется без скобок. При большом количестве индивидуальных аббревиатур составляют список принятых сокращений, который помещают после оглавления.

### **6.1.5. Правила нумерации**

Нумерация страниц пояснительной записки начинается с титульного листа. Номер страницы проставляется арабской цифрой в графе 7 основной надписи [41] и в правом нижнем углу каждого листа. Нумеруют все страницы пояснительной записки, начиная с 4-й страницы, включая и страницы приложения. Исключение составляют приложения, оформляемые как самостоятельные документы [44], которые имеют собственную нумерацию.

Формулы, на которые даны ссылки в тексте, нумеруются последовательно арабскими цифрами, первая из которых совпадает с номером раздела и отделена от остальных точкой. Номер формулы заключают в круглые скобки и помещают у правого края полосы [44].

Таблицы нумеруют сквозной нумерацией или в пределах раздела арабскими цифрами, точку после номера не ставят. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой (например, таблица 4.1).

### **6.1.6. Написание формул**

Несложные однострочные ненумерованные формулы можно помещать внутрь текста. В конце формул и в тексте перед ними знаки препинания расставляют в соответствии с правилами пунктуации, так как формула не нарушает грамматической структуры фразы.

Многострочные, нумерованные формулы, а также формулы с *экспликациями* располагают на середине отдельной строки, причем пробелы сверху и снизу оставляют достаточными для того, чтобы формула отчетливо выделялась среди текста.

Появляющиеся в формулах новые символы должны быть расшифрованы в экспликации, помещаемой непосредственно под формулой. После формулы перед экспликацией ставят запятую. Первую строку экспликации начинают со слова «где», двоеточие после него не ставят. Расшифровку символов приводят в экспликации в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Если правая часть формулы содержит дробь, то вначале расшифровывают символы числителя, а затем знаменателя. В конце каждой расшифровки ставят точку с запятой, а в конце последней – точку. После текста расшифровки символов необходимо приводить обозначения единиц физических величин, которые от текста отделяют запятой. Например:

В цепи с источником протекает ток

$$I=(U-E)/R,$$

где  $I$  – ток,  $A$ ;  $U$  – напряжение,  $B$ ;  $E$  – ЭДС источника,  $B$ .

При ссылке в тексте на формулу указывают ее номер. Например: «... формуле (8)».

### **6.1.7. Оформление табличного материала**

В табличный материал сводят только такие данные, которые не поддаются воспроизведению в форме графиков, диаграмм или формул. Основные требования к таблицам и табличным выводам: логичность и экономичность построения, удобство чтения, единообразие построения однотипных таблиц.

*Таблица* обычно состоит из тематического заголовка, определяющего содержание таблицы; головки, состоящей из заголовков граф; строк – всей остальной части таблицы, у которой левую графу называют боковиком. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

В курсовом проекте используют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Основные заголовки в головке и в боковике пишут с прописной буквы, а подчиненные, расположенные ниже объединяющего их заголовка, – со строчной. В зависимости от сложности и назначения таблицы в ней могут отсутствовать некоторые из указанных элементов.

*Табличный вывод* – таблица, колонки которой разделяют не линейками, а пробелами. Вывод содержит небольшое число колонок, чаще всего две. Как правило, у вывода нет тематического заголовка. Вывод не нумеруется, так как он непосредственно продолжает текст и входит в синтаксический строй предшествующего выводу предложения. В проекте в форме выводов приводят основные данные полупроводниковых приборов, интегральных микросхем, функциональных элементов и узлов. Например:

Транзистор	типа	КТ203В	имеет	следующие	основные	данные:
Предельная	частота	усиления	.....		5	мГц
Коэффициент	усиления,	не менее	.....		38–200	

... и т. д.

### **6.1.8. Список литературы и ссылки на него**

В “Список литературы” включают только использованные при работе источники. Источники следует располагать в порядке появления первых ссылок на них в тексте.

Библиографическое описание книг, отдельно изданных нормативно-технических и технических документов (стандартов, нормативов, патентных

документов, типовых проектов и чертежей, промышленных каталогов, прейскурантов, депонированных научных работ, неопубликованных материалов) приведено в ГОСТ 7.32-2001 [47].

Ссылку на литературный источник в тексте сопровождают порядковым номером, под которым этот источник включен в общий указатель литературы. Номер источника в тексте заключают в прямые скобки. Отсутствие ссылок на литературные источники, приведенные в указателе литературы, является недопустимой ошибкой при оформлении расчетно-пояснительной записки.

Тем не менее, не следует делать ссылки на источник при использовании общеизвестных формул, ясных теоретических положений. Недопустимо оперировать номерными ссылками на источники как словами для построения фраз. Так, например, ошибочным будет текст: “В [2] показано, что...”. Следует записать: ”Показано [2], что ...”.

Не рекомендуется делать ссылки в тексте на неопубликованные материалы (например, на конспекты лекций).

## 6.2. ТРЕБОВАНИЯ К ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКОМУ МАТЕРИАЛУ

Количество иллюстраций в расчетно-пояснительной записке определяется содержанием и должно быть достаточным для того чтобы придать изложению ясность и конкретность. В качестве иллюстраций приводятся рисунки с небольшими принципиальными электрическими схемами, эскизами, отражающими конструктивные особенности рассчитываемых элементов, схемами замещения, моделями, блок-схемами алгоритмов расчетов, а также различные диаграммы и т.п. [23, 25].

### *6.2.1. Изготовление рисунков и текста к ним*

Между рисунком и текстом должна существовать органическая связь: рисунок дополняет и обогащает текст, а текст разъясняет рисунок. В проекте рисунки (чертежи, схемы и т. п.) выполняют научно-познавательные функции и их графика должна соответствовать комплексу Государственных стандартов [44].

Рисунки выполняют на листах с текстом или на отдельных листах формата А4 карандашом, черными чернилами, пастой или тушью с помощью чертежных принадлежностей, а также с помощью печатающих устройств ЭВМ.

Рисунки при необходимости могут иметь *наименование* и *поясняющие данные*. Наименование помещают над рисунком, поясняющие данные – под ним. Номер рисунка и экспликацию (кегель 12) указывают ниже поясняющих данных. Например: «Рисунок 2 – R-S Триггер: а – полный граф; б – компактный граф».

В курсовых проектах, как и в других научно-технических трудах, рекомендуется избегать текстовых надписей на рисунках. Элементы рисунка обозначают цифрой посредством линии-выноски, которая другим своим концом упирается в обозначаемый элемент. Цифровые обозначения поясняют в тексте или под рисунком.

### **6.2.2. Оформление диаграмм**

Диаграммы, называемые также графиками, представляют собой наиболее удобный и наглядный способ представления информации о функциональных зависимостях.

В курсовом проектировании диаграммы обычно используют:

- а) для иллюстрации функциональных зависимостей, определивших некоторое техническое решение;
- б) для показа временных процессов;
- в) для расчета элементов и режимов;
- г) для изображения характеристик.

По диаграммам, отнесенным к п. «а» и «б», расчетов не производят, поэтому они обычно не имеют ни числовых шкал на осях координат, ни координатной сетки. В диаграмме без шкал оси координат заканчивают стрелками, указывающими направления возрастания значений величин. Символы, откладываемые на осях величин, пишут вблизи стрелок вне поля диаграммы.

Линию функциональной зависимости (кривую) выполняют примерно вдвое толще, чем линии осей.

Диаграммы, используемые для расчетов, обычно имеют координатную сетку, шаг которой соответствует масштабу шкал осей. Линии координатной сетки выполняют примерно вдвое тоньше, чем линии осей.

Числа на шкалах пишут за пределами рамки диаграммы, обязательно указывая первое и последнее числа шкалы.

Если изображаемая на диаграмме кривая отстоит далеко от нулевого значения одной или обеих шкал, рекомендуется эти шкалы начинать с чисел, обеспечивающих рациональное использование *поля диаграммы*, в результате чего



при неизменных размерах диаграммы повышается ее наглядность и точность.

Для повышения информативности диаграммы необходимо изготавливать по общепринятым правилам (ГОСТ 2.319–81).

*Экспериментальные диаграммы* строят по точкам, каждая из которых фиксирует результат одного (или среднего из серии) измерения.

Для обозначения точек применяют различные условные знаки в виде точек, окружностей, квадратов, ромбов и т.п.

Показ точек на экспериментальной диаграмме обязателен. По количеству точек, их расположению относительно наиболее вероятного хода экспериментальной кривой на основе теоретических представлений можно сделать выводы о достаточности частоты измерений, соответствии точности приборов эксперименту, правильности метода эксперимента, характере погрешности и т. д.

Если откладываемая на оси диаграммы величина  $N$  изменяется в широком диапазоне, то применяют логарифмическую шкалу. Наиболее часто в логарифмическом масштабе откладывают частоту на амплитудно-частотных, фазочастотных характеристиках, напряжения на амплитудных характеристиках усилителей и др. Логарифмические характеристики имеют то преимущество, что для многих простых систем их приближенно аппроксимируют отрезками прямых, а перемножение двух передаточных функций сводится к сложению ординат двух логарифмических амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик.

### ***6.2.3. Изготовление листов схем, чертежей и плакатов***

Графическую часть курсового проекта в зависимости от направленности и тематики представляют в виде различных схем, чертежей и плакатов, выполненных на листах формата А1 (24) ватмана. Вся графическая документация, включая схемы, чертежи и плакаты, должна иметь прямое отношение к теме проекта согласно заданию и оформляется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД [31 – 36, 39,40]. Спецификации и перечни элементов схем и чертежей разработанных узлов выполняют на листах формата А4 (11) в соответствии с ЕСКД [43] и помещают как приложения в конце расчетно-пояснительной записки.

Выбирая формат чертежа и масштаб, следует учитывать, что нормально заполненным считают такой чертеж, на котором графические изображения занимают не менее 75 % его рабочего поля, при этом не допускается объединение в поле одного формата различных видов конструкторских документов, напри-

мер, чертежа конструкции элемента и его принципиальной схемы. Но на одном листе формата А1 (24) можно разместить два чертежа (одинаковой ориентации) формата А2 (22).

#### *6.2.3.1. Выполнение основной надписи на графических документах*

Основную надпись на схемах, чертежах и плакатах выполняют по форме 1, содержание, расположение и размеры граф которой устанавливает ГОСТ 2.104-68 [41].

В графе 1 основной надписи указывают наименование элемента (устройства) или другого документа в именительном падеже единственного числа. Например, “Импульсный трансформатор. Схема электрическая функциональная”; “Программатор. Схема программы”.

В графе 2 приводится обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 «ЕСКД. Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах».

Для конструкторских документов в соответствии со стандартом СТП 71.3-04 [29] буквенно-цифровая последовательность десятичного номера имеет вид: ВлГУ.220400.ХХ.У.01 СБ, сходный с обозначением текстовых документов (см. п. 5.1.1). Последние две цифры обозначают порядковый регистрационный номер чертежа в проекте, а буквы указывают на вид и тип конструкторского документа.

*Для чертежей:* СБ – сборочный чертеж;  
ВО – чертеж общего вида;  
ГЧ – габаритный чертеж;  
МЭ – электромонтажный чертеж;  
МЧ – монтажный чертеж.

*Для электрических схем:*

Э1 – структурная;	Э5 – подключения;
Э2 – функциональная;	Э6 – общая;
Э3 – принципиальная;	Э7 – расположения;
Э4 – соединений;	Э0 – объединенная.

В графе 9 указывается аббревиатура факультета и шифр учебной группы: например “ФИТ УИ-105”. Остальные графы основной надписи заполняются в соответствии с ГОСТ 2.104-68 [41].

### 6.2.3.2. *Выполнение отдельных видов схем и чертежей*

В курсовом проекте из электрических схем наиболее часто используются структурная, функциональная и принципиальная, из чертежей – сборочные и общего вида. Логическая структура и алгоритм чаще всего иллюстрируются схемой программы.

*Структурная схема* определяет основные функциональные части изделия их назначение и взаимосвязь. На структурной схеме в виде прямоугольников или условных графических обозначений изображают все основные функциональные части и основные связи между ними.

*Функциональная схема* необходима для разъяснения процессов в функциональных цепях или изделия в целом. На функциональной схеме изображают все функциональные части и основные связи между ними. Допускается также показывать конкретные соединения в виде проводов, кабелей и т.п.

*Принципиальная схема* содержит все включаемые в предмет разработки электрорадиоэлементы и другие устройства (ГОСТ 2.702-75) [32], все электрические связи, разъемные и неразъемные соединители, которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений, устанавливаемых в стандартах ЕСКД и имеющих позиционное обозначение в двухбуквенном коде (например, VT-транзистор, VD-диод).

Для правильного и быстрого начертания принципиальной электрической схемы, необходимо знать следующие основные правила:

- На полной принципиальной схеме ЭУ, должны быть отображены конструктивные особенности устройства: показано разбиение схемы по платам, даны условные обозначения видов соединений (соединители, клеммы, переключатели и т. п.), указаны механические связи между электрическими элементами, способы регулирования параметров элементов, применение экранирования.

- Графическое соотношение элементов должно соответствовать стандарту, допускается пропорциональное уменьшение (увеличение) при необходимости всех размеров, но в пределах чертежа они должны быть в одном масштабе.

- Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и пересечений. В соответствии с ГОСТ 2.721-74 [34] узлы электрической связи необходимо обозначать точками. Входные цепи принципиальной схемы, как правило, располагают слева,

выходные – справа и их обозначают.

- Графические обозначения элементов следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схем и графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.

- Порядковые номера присваивают в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо, начиная с единицы в пределах каждого вида элементов (резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы и т.д.).

- Позиционные обозначения электрорадиоэлементов проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.

- Около условных графических обозначений элементов допускается указывать номиналы резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности, а также маркировку электровакуумных, ионных, полупроводниковых приборов и микросхем.

- Данные об элементах принципиальной схемы, полученные в результате электрического расчета и выбора типономиналов, записывают в перечень элементов, который выполняют в виде таблицы [24], и помещают в поле чертежа или на отдельном листе формата А4 расчетно-пояснительной записки.

- Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Наименования элементов указывают в графе «Наименование» в виде общего заголовка группы. В пределах каждой группы элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

*Чертеж общего вида* в соответствии с ГОСТ 2.119-73 содержит изображения (виды, разрезы) и надписи, позволяющие получить представление о конструкции элемента. Основные требования к чертежу:

- Виды изображают в ортогональных проекциях, главным должен быть вид на лицевую панель. Количество видов, разрезов устанавливает разработчик.

- Составные части элемента (устройства) изображают с упрощениями (иногда в виде контурных очертаний), допускается не показывать провода, фаски, проточки, мелкие винты, гайки, сварные и другие неразъемные соединения.

- На чертеже, как правило, показывают только габаритные, установочные и присоединительные размеры.

- Наименования и обозначения составных частей изделия на чертежах общего вида указывают одним из следующих способов:

а) на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей;

б) в таблице, размещаемой на листе чертежа общего вида;

в) в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежа общего вида (при большом количестве составных частей).

- При наличии таблицы на полке линии-выноски пишут только номер позиции составной части, под которым она внесена в таблицу.

- Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого на чертеже для размерных чисел.

Таблицу составных частей изделия (спецификацию) [24] на чертеже общего вида располагают, как правило, над основной надписью. Между основной надписью и таблицей должен быть промежуток 12 мм.

В графе «Позиция» спецификации составным частям присваивают порядковый номер позиций. В графе «Обозначение» указывают позиционные обозначения электрорадиоэлементов на принципиальной электрической схеме, идентифицируя тем самым объекты принципиальной схемы и чертежа общего вида. В графе «Наименование» указывают полное наименование составных частей, перечисляемых только в данной таблице, и сокращенное – электрорадиоэлементов, полное наименование которых приведено в перечне элементов принципиальной схемы. В графе «Примечания» дают дополнительные сведения.

Запись составных частей в таблицу производится в следующем порядке:

- заимствованные изделия;
- покупные изделия;
- вновь разрабатываемые изделия.

В таблицу не записывают составные части, которые не показаны на данном чертеже. На общих видах электронного устройства обычно не показывают миниатюрные элементы печатных узлов (ячеек). Ячейку вносят в таблицу как единую составную часть и разрабатывают на нее свой сборочный чертеж.

Вне чертежа таблицу изготавливают на листах писчей бумаги, имеющих рамку, основную надпись, и брошюруют вместе с другими листами пояснительной записки.

*Сборочный чертеж* – документ, содержащий изображение элемента (устройства) и все данные, необходимые для его сборки. Помимо основной надписи сборочный чертеж содержит габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также размеры, характеризующие изделие.

ГОСТ 2.109-73 [39] – дает ряд конкретных указаний и примеров упрощенных изображений на чертеже, в соответствии, с чем допускается элементы изображать упрощенно основными контурными линиями, без мелких деталей, узлов и крепежа. Допускается не показывать монтаж проводников и кабелей, для этой цели выполняется схема соединений.

Составные части сборочной единицы должны иметь позиционные обозначения, их перечень приводится в спецификации, форму и порядок заполнения которой устанавливает ГОСТ 2.106-96 [43]. Спецификация помещается в поле чертежа над основной надписью или в расчетно-пояснительной записке в виде отдельного документа.

К сборочным чертежам относятся также чертежи печатных плат (ПП) с навесными элементами, электромонтажные рабочие чертежи, на которых изображают изделия электротехники и радиоэлектроники, провода, кабели и жгуты, а также данные, необходимые для расчетов и электрического монтажа.

На чертеже прямоугольной ПП размеры элементов проводящего рисунка, координаты центров отверстий и других обычно указывают ГОСТ 2.417–78 нанесением *координатной сетки* или посредством меток по краю ПП.

*Основной шаг* координатной сетки 2,5 мм (ГОСТ 10317–79). Для чертежей со сложным и мелким проводящим рисунком может быть принят шаг 1,25 или 0,5 мм. Чертежи ПП выполняют в масштабах 1:1, 2:1, 4:1. Чертежи с шагом координатной сетки 0,5 мм выполняют в масштабе не менее 4:1.

При задании размеров нанесением координатной сетки линии сетки нумеруют. Шаг нумерации устанавливают с учетом насыщенности и масштаба изображения. Для упрощения определения координат элементов чертежа допускается отдельные линии (обычно каждую десятую) выделять.

За ноль в прямоугольной системе координат на главном виде ПП (у односторонней ПП – вид со стороны проводящего рисунка) принимают левый нижний угол ПП или центр крайнего нижнего отверстия, находящегося на поле платы.

Группу одинаковых отверстий на чертеже обозначают условным знаком, а количество отверстий и их размеры указывают в таблице, приводимой на поле чертежа ПП (ГОСТ 2.307–68).

Проводники на чертеже изображают одной линией, являющейся осью симметрии проводника, при этом их ширину указывают в текстовой части чертежа. Проводники шириной более 2,5 мм могут изображаться двумя линиями. Проводники, имеющие заданную ширину, показывают на чертеже без упроще-

ний.

На чертеже односторонней ПП показывают виды обеих ее сторон, при этом на стороне монтажа в разрыве линий, уточняющие расположение навесных элементов, наносят позиционные обозначения ЭРЭ в соответствии с принципиальной электрической схемой. Над изображением помещают надпись «Сторона монтажа».

Чертеж двусторонней ПП, имеющей навесные элементы на одной стороне, дополняют видом проводящего рисунка стороны монтажа. Если в проекте разрабатывается сборочный чертеж печатного узла, то вид «Сторона монтажа» исключают.

Около видов платы на полках линий-выносок наносят краткие надписи или числа, относящиеся непосредственно к изображению.

Текст с техническими требованиями на чертежах ПП располагают над основной надписью и излагают в такой последовательности:

- а) способ изготовления платы;
- б) толщина платы;
- в) шаг координатной сетки;
- г) ширина печатных проводников (при необходимости);
- д) наименьшее расстояние между проводниками;
- е) форма и размеры контактных площадок;
- ж) условные знаки, принятые для обозначения отверстий.

Обозначение материала ПП указывают в графе 3 основной надписи. Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями.

Требования к сборочным чертежам печатных узлов и к чертежам общего вида изделия в основном совпадают. Отличия отражают специфику печатного узла как изделия.

Основные составные части печатного узла – навесные и установочные ЭРЭ – являются покупными изделиями, их данные приведены в таблице принципиальной электрической схемы, поэтому на сборочном чертеже для идентификации ЭРЭ достаточно показать их позиционные обозначения на схеме.

Если позволяют размеры изображений ЭРЭ, позиционные обозначения показывают на изображениях, иначе – на полках линий-выносок вне контура печатного узла, единым способом для чертежа. При наличии у печатного узла других составных частей (рамка, направляющие, кодирующая планка и пр.) их наименования и обозначения приводят на полках линий-выносок.

Изделия на чертежах выполняют упрощенно, в виде контурных очертаний с сохранением приближенного сходства. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа, регламентирует ГОСТ 2.413-68.

*Схему программы* выполняют в соответствии с ГОСТ 19.701-90. Она отражает логическую структуру разработанного или выбранного алгоритма обработки информации, позволяет компактно и наглядно представить отдельные этапы алгоритма и их взаимосвязь, является основой для создания программы на соответствующем алгоритмическом языке.

Блочные символы схемы программы, имеющие условное графическое обозначение и определяющие основные этапы переработки данных соединяются между собой линиями и стрелками, упорядочивающими связи между блоками. Внутри блоков указывается информация, определяющая содержание предписанных им функций. Эта информация записывается словесно или в виде формул. Перечень блочных символов, их наименование, предписанные им функции, форму и размер блоков определяет ГОСТ 2.708-81 [33].

## **7. РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

### ***Вводная часть, общие вопросы, структура проекта.***

1. Колосов В.Г., Мелехина В.Ф. Проектирование узлов и систем автоматики и вычислительной техники: Учебн. пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, 1983. – 256 с.

2. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие для вузов / Е. М. Парфенов [и др.]. – М.: Радио и связь, 1989. – 272 с. – ISBN 5-256-00288-0.

3. Воробьев, Н. И. Проектирование электронных устройств: учеб. пособие для вузов по специальности “Автоматика и упр. в техн. системах”. – М.: Высш. шк., 1989. – 223 с. – ISBN 5-06-000122-9.

4. Угрюмов Е.П. Проектирование элементов и узлов ЭВМ. Учебн. пособие для спец. ЭВМ. - М.: Высш. шк., 1987. – 233 с.

### ***Синтез схем цифровых автоматов***



5. Проектирование импульсных и цифровых устройств радиотехнических систем. Учебн. пособие для радиотехн. спец. вузов. Под ред. Ю.М.Казаринова. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.

6. Калабеков Б.А. и др. Методы автоматизированного расчета электронных схем в технике связи: Учебн. пособие для вузов / Б.А.Калабеков и др. М.: Радио и связь, 1990. – 272 с. – ISBN 5-256-00674-6.

7. Мищенко В.А. Многофункциональные автоматы и элементная база цифровых ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1981. – 240 с., ил.

8. Потемкин И.С. Функциональные узлы цифровой автоматики. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с., ил.

9. Лазарев В.Г. и др. Проектирование дискретных устройств автоматики. – М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.

### ***Разработка схем электропитания***

10. Микросхемы для линейных источников питания и их применение / А.А. Перебаскин – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ДОДЕКА - XXI, 2001.– 292 с. – ISBN: 5-94120-039-0.

11. Источники электропитания РЭА. Справочник / Под ред. Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 1986. – 726 с.

12. Мазель К.Б. Трансформаторы электропитания. – М.: Энергоиздат, 1982. – 326 с.

13. Ромаш Э.М. Источники вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1981. – 421 с.

### ***Выбор элементной базы, общие вопросы конструирования***

14. Фролов А.Д. Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Высш. шк., 1970. – 286 с.: ил.

15. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА. Н.Н. Акимов, Е.П. Ващуков, В.А. Прохоренко. – Мн.: Беларусь, 1994. – 591 с.: ил. – ISBN 5-338-01-211-6.

16. Ненашев А.П., Коледов Л.А. Основы конструирования микроэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и связь, 1981. – 303 с.

17. Справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры/ Под ред. Р.Г.Варламова. – М.: Сов.радио, 1980. – 478 с.

### ***Конструирование и расчет печатных плат***

18. Компоновка и конструирование микроэлектронной аппаратуры. Справочное пособие / Под ред. Б.Ф. Высоцкого, В.Б. Пестрякова. - М.: Радио и связь, 1982. – 208 с.

19. Савельев А.Я., Овчинников В.А. Конструирование ЭВМ и систем. Учебн. для техн. ВУЗов. – М.: Высш.школа, 1984. – 303 с.

20. Разевиг В.Д. Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000). – М.: Солон-Р, 2001. – 416 с. – ISBN 5-93455-004-7.

21. Стешенко В.Б. ACCEL EDA. Технология проектирования печатных плат. – М.: «Нолидж», 2000. – 512 с., ил. - ISBN 5-89251-082-4.

22. Саврушев Э.Ц. P-CAD для Windows. Система проектирования печатных плат: Практ. пособие – М.: ЭКОМ, 2002. – 320 с.: ил. - ISBN 5-94240-009-1.

### ***Оформление проекта, правила разработки и оформления конструкторской документации***

23. Александров, К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с. – ISBN 5-283-00618-2.

24. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: справ. / Э. Т. Романычева [и др.]; под ред. Э. Т. Романычевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 448 с. – ISBN 5-256-00289-9.

25. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ (требования ЕСКД) : учеб. пособие для сред. проф. образования. – 2-е изд., перераб. / А. П. Ганенко, М. И. Лапсарь – М.: ПрофОбрИздат, 2003. – 336с. – ISBN 5-7695-1569-4.

26. Усатенко С. Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 316 с. – ISBN 5-7050-0908-0.

27. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 2-е изд., перераб.– М.: Высш. шк. Изд. центр «Академия», 2001. – 493 с. – ISBN 5-06-003659-6.

28. Лагерь, А. И. Инженерная графика / А. И. Лагерь, Э. А. Колесникова. – М.: Высш. шк., 2002. – 270 с. – ISBN 5-06-004068-2.

## ***Основные стандарты***

29. Стандарт предприятия СТП 71.3-04. Дипломное проектирование (Обозначение в документах выпускных квалификационных работ) / Владим. гос. ун-т. – введ. 2004-02-09. – Владимир, 2004. – 12 с.

30. Сапаров, В. Б. Системы стандартов в электросвязи и радиоэлектронике: учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи / В. Б. Сапаров, Н. А. Максимов. – М.: Радио и связь, 1985. – 284 с.

31. ГОСТ 2.701-84. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – Введ. 1985-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 12 с.

32. ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. – Введ. 1977-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 20 с.

33. ГОСТ 2.708-81. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. – Взамен ГОСТ 2.708-72; введ. 1982-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.

34. ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – Взамен ГОСТ 2.721-68, ГОСТ 2.783-69; введ. 1975-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1983. – 23 с.

35. ГОСТ 2.709-89. ЕСКД. Система обозначений в электрических схемах. – Введ. 1990-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.

36. ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – Введ. 1981-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 10 с.

37. ГОСТ 15150-69. ЕСКД. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – Введ. 1971-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 50 с.

38. ГОСТ 24.301-80. ЕСКД. Система технической документации на АСУ. Общие требования к выполнению документов. – Введ. 1981-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 6 с.

39. ГОСТ 2.109-73. ЕСКД. Основные требования к чертежам. – Взамен ГОСТ 2.107-68, ГОСТ 2.109-68; введ. 1974-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004. – 7 с.

40. ГОСТ 2.316-68. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. – Взамен ГОСТ 5292-60; введ. 1971-01-01. – М.:

Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.

41. ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи. – Взамен ГОСТ 5293-60; введ. 1971-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 8 с.

42. ГОСТ 2.321-84. ЕСКД. Обозначения буквенные. – Взамен ГОСТ 3452-59; введ. 1985-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1987. – 2 с.

43. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы. – Взамен ГОСТ 2.106-68, ГОСТ 2.108-68, ГОСТ 2.112-70; введ. 1997-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 30 с.

44. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – Взамен ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 2.906-71; введ. 1996-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 26 с.

45. ГОСТ 2.004-88. ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторской и технологической документации на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – Взамен ГОСТ 2.004-79, ГОСТ 3.1124-86; введ. 1990-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 22 с.

46. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Взамен ГОСТ 7.32-91; введ. 2002-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 15 с.

47. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82; введ. 2004-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 48 с.

*Приложение А*

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту  
на тему

Разработка функционального блока  
радиоэлектронной аппаратуры

Выполнил:

Студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_

Владимир 201\_

## **Приложение Б**

“УТВЕРЖДАЮ”  
Зав кафедрой УИТЭС  
А. Б. Градусов

### **ЗАДАНИЕ** на курсовое проектирование

по дисциплине:

“Проектирование систем автоматического управления”

1. *Тема проекта:* Разработка функционального блока радиоэлектронной аппаратуры (ФБ РЭА).

2. *Исходные данные к проекту:*

2.1. Схема электрическая принципиальная функционального узла (Л. \_\_\_\_\_ стр. № \_\_\_\_, рис. № \_\_\_\_)

2.2. Содержательное описание алгоритма функционирования цифрового автомата ЦА (приводится ниже).

2.3. Технические параметры:

- напряжение питания – 220 В,
- частота сети – 50 Гц.

2.4. Требования к конструкции: внешний вид функционального блока должен отвечать современным требованиям к радиоэлектронной аппаратуре:

- габаритные размеры не более 350x200x200,
- масса не более 5 кг,
- среднее время наработки на отказ не менее 104 часов.

2.5. Характеристики внешних воздействий: устойчивость к климатическим воздействиям по ГОСТ 15150-69, устойчивость к механическим воздействиям по ГОСТ 16019-78, 17676-81.

2.6. Техничко-экономические требования: группа изделия - 1

**3. Объем и содержание графических работ:**

**Лист 1 (А1):**

- ФБ РЭА. Схема электрическая принципиальная (полная схема, включающая функциональный узел, цифровой автомат, блок питания);
- ФБ РЭА. Схема электрическая принципиальная субблока (схема, раз-

мещаемая на печатной плате и выполненная в САПР P-CAD);

- ФБ РЭА. Схема электрическая соединений;
- ФБ РЭА. Схема электрическая расположения.

#### **Лист 2 (A1):**

- ФБ РЭА. Общий вид;  
- ФБ РЭА. Печатная плата (чертежи послойной трассировки в виде фотошаблонов, выполненные в САПР P-CAD);

- ФБ РЭА. Сборочный чертеж печатного узла.

#### **4. Объем и содержание расчетно-пояснительной записки.**

4.1. Введение (задачи курсового проектирования, цель разработки).

4.2. Анализ технического задания:

- наименование;
- назначение;
- технические параметры;
- требования к конструкции;
- характеристики внешних воздействий (выписки из ГОСТ).

4.3. Синтез схемы ЦА.

4.4. Разработка схемы электропитания ФБ РЭА, включающего функциональный узел и цифровой автомат. Расчет элементов схемы: трансформатора, выпрямителей, стабилизаторов и проверочный расчет радиаторов охлаждения п/п элементов.

4.5. Создание принципиальной схемы ФБ РЭА в САПР P-CAD, создание требуемых библиотечных элементов.

4.6. Анализ принципиальных схем и элементной базы ФБ РЭА (назначение устройства, его состав и работа, порядок прохождения сигнала по тракту, проверка правильности выбора ЭРЭ, указанных в схеме). Данные по элементам занести в таблицу, где указать тип, количество, энергопотребление, массу, площадь, интенсивность отказов, диапазон температур, устойчивость к вибрациям и перегрузкам.

4.7. Выбор метода конструирования (на основании сравнительной оценки известных методик) и обоснование его.

4.8. Проведение объемно-пространственной (предварительной) компоновки ФБ РЭА.

4.9. Расчет конструктивно-технологических параметров печатной платы. Проверочный расчет печатной платы.

4.10. Разработка топологии печатной платы в технологическом редакторе

САПР P-CAD (Or-CAD).

4.11. Разработка конструкции корпуса ФБ РЭА.

4.12. Выбор способов защиты от внешних воздействий и расчет теплового режима элементов ФБ РЭА.

4.13. Оценка электромагнитной совместимости, надежности (наиболее нагруженного, наименее надежного узла ФБ РЭА).

4.14 Заключение (основные выводы)

5. Дополнительные указания к проекту

Содержательное описание алгоритма функционирования цифрового автомата Произвести синтез программатора, на выходе которого синхронно с тактовой частотой  $f_T$  и с цикличностью, равной  $N$  импульсов тактовой частоты формируется сигнал постоянного напряжения, амплитуда которого с каждым тактом принимает новое значение, определяемое из таблицы вариантов.

В программаторе предусмотреть возможность получения выходного сигнала в цифровой форме, соответствующего восьмеричному (8), десятичному (10) или коду Грэя (Г), согласно номеру варианта.

№ варианта	Состояние выхода в десятичном эквиваленте												Тип преобразователя
	2												
1	0	1	3	8	11	9	2	4	6	5	10	7	Двоично-восьмеричный
2	9	0	5	1	2	3	4	8	10	11	7	9	Двоично-десятичный
3	6	1	3	4	11	0	9	5	2	7	10	8	Двоичный - в код Грэя
4	9	4	0	1	3	2	6	5	7	8	10	11	Двоично-восьмеричный
5	8	3	4	2	10	5	6	1	0	9	11	7	Двоично-десятичный
6	3	11	5	6	1	0	2	4	10	8	7	9	Двоичный - в код Грэя
7	8	0	3	1	2	5	11	7	4	6	10	9	Двоично-восьмеричный
8	6	3	11	4	0	1	2	5	10	8	9	7	Двоично-десятичный
9	8	0	4	1	6	2	3	7	5	10	11	9	Двоичный - в код Грэя
10	4	8	11	0	2	1	3	9	5	6	7	10	Двоично-восьмеричный
11	2	11	1	5	3	6	0	4	9	10	7	8	Двоично-десятичный
12	8	3	1	2	10	5	11	6	4	0	9	7	Двоичный - в код Грэя
13	0	6	11	9	1	2	3	5	4	8	7	10	Двоично-восьмеричный
14	8	2	0	7	5	4	1	3	11	6	10	9	Двоично-десятичный
15	0	11	10	4	1	2	5	3	6	8	9	7	Двоичный - в код Грэя



16	8	5	4	0	1	6	7	3	2	11	10	9	Двоично-восьмеричный
17	6	4	0	11	5	1	2	3	7	9	8	10	Двоично-десятичный
18	9	0	4	1	2	3	6	10	5	7	8	11	Двоичный - в код Грэя
19	8	2	11	3	0	1	6	4	5	10	7	9	Двоично-восьмеричный
20	9	3	2	0	6	1	5	11	4	7	8	10	Двоично-десятичный
21	3	10	1	5	2	8	7	4	0	6	11	9	Двоичный - в код Грэя
22	6	2	1	3	10	5	0	4	11	9	8	7	Двоично-восьмеричный
23	8	11	4	0	2	1	3	5	6	10	7	9	Двоично-десятичный
24	1	9	0	2	4	10	6	5	7	3	8	11	Двоичный - в код Грэя
25	6	1	2	5	4	3	0	8	10	7	11	9	Двоично-восьмеричный
26	9	5	3	1	2	10	4	6	0	11	8	7	Двоично-десятичный
27	6	8	10	3	1	0	2	4	5	9	7	11	Двоичный - в код Грэя
28	9	2	1	0	3	4	6	10	5	7	8	11	Двоично-восьмеричный
29	1	2	9	4	10	3	0	5	6	8	11	7	Двоично-десятичный
30	4	0	1	6	3	5	9	10	2	7	11	8	Двоичный - в код Грэя
31	8	9	3	6	4	1	5	0	2	11	10	7	Двоично-восьмеричный
32	3	10	9	2	11	6	1	5	4	0	7	8	Двоично-десятичный
33	0	9	4	1	10	2	8	3	5	6	7	11	Двоичный - в код Грэя
34	9	1	0	2	3	4	6	11	10	5	8	7	Двоично-восьмеричный
35	6	8	3	1	9	2	0	4	5	10	11	7	Двоично-десятичный
36	0	6	5	2	8	1	4	10	3	7	9	11	Двоичный - в код Грэя
37	4	8	9	3	1	5	6	0	2	10	7	11	Двоично-восьмеричный
38	3	8	2	1	10	0	4	5	6	7	11	9	Двоично-десятичный
39	9	0	1	10	3	6	5	4	7	2	8	11	Двоичный - в код Грэя
40	0	5	3	6	1	8	9	10	4	2	7	11	Двоично-восьмеричный
41	9	5	8	4	6	1	0	11	2	3	10	7	Двоично-десятичный
42	8	4	2	0	1	5	6	3	7	10	9	11	Двоичный - в код Грэя
43	9	2	8	1	4	3	5	6	0	10	11	7	Двоично-восьмеричный
44	9	7	3	1	6	2	4	5	10	8	0	11	Двоично-десятичный
45	6	9	0	8	1	10	2	3	4	5	7	11	Двоичный - в код Грэя
46	0	8	2	5	6	1	4	3	9	7	10	11	Двоично-восьмеричный
47	9	0	3	1	2	4	6	7	8	10	11	5	Двоично-десятичный
48	7	3	6	5	0	2	1	8	4	10	9	11	Двоичный - в код Грэя
49	6	9	10	2	4	8	0	3	1	5	7	11	Двоично-восьмеричный
50	9	2	1	4	8	0	3	6	11	5	7	10	Двоично-десятичный

7 **Рекомендованная литература** (сведена в гл. 7 настоящего пособия).

Срок выдачи курсового проекта \_\_\_\_\_

Сроки проведения рубежного контроля выполнения студентом отдельных этапов конструкторского проектирования:

1й этап (20%) \_\_\_\_\_

2й этап (40%) \_\_\_\_\_

3й этап (60%) \_\_\_\_\_

4й этап (80%) \_\_\_\_\_

5й этап (100%) \_\_\_\_\_

Дата защиты проекта \_\_\_\_\_

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ .....	3
2. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ .....	6
3. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	6
4. УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОГО РАЗДЕЛА КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	9
5.1. АНАЛИЗ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....	9
5.2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ И МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	11
5.3. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И РАСЧЕТЫ	12
6. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	16
6.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ИЗЛОЖЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТА....	16
6.1.1. Титульный лист .....	17
6.1.2. Рубрикация и составление оглавления.....	17
6.1.3. Стиль изложения .....	18
6.1.4. Сокращения.....	20
6.1.5. Правила нумерации .....	21
6.1.6. Написание формул.....	21
6.1.7. Оформление табличного материала .....	22
6.1.8. Список литературы и ссылки на него.....	22
6.2. ТРЕБОВАНИЯ К ИЛЛЮСТРАТИВНО-ГРАФИЧЕСКОМУ МАТЕРИАЛУ .....	23
6.2.1. Изготовление рисунков и текста к ним.....	23
6.2.2. Оформление диаграмм.....	24
6.2.3. Изготовление листов схем, чертежей и плакатов .....	25
7. РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	32
Приложение А.....	37
Приложение Б .....	38

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ К КУРСОВОМУ  
ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДЛЯ МАГИСТРОВ НАПРАВЛЕНИЯ 220400 - УПРАВЛЕНИЕ В  
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПО КУРСУ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Составитель  
ГАЛАС Валерий Петрович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой доцент Градусов А.Б.