



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Информационно-измерительная техника и
технологии»

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

*Методические указания
по выполнению курсового проекта*

Минск 2010

Кафедра «Информационно-измерительная техника и
технологии»

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Методические указания по выполнению курсового
проекта для студентов специальностей
1-38 02 01 «Информационно-измерительная техника»,
1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности»,
1-38 02 04 «Спортивная инженерия»,
1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества
и диагностики состояния объектов»

УДК
ББК
К65

Составитель:
И.Н. Савелов

Рецензенты:
К.Л. Тявловский,
А.Н. Крутелин

В издании даны рекомендации по организации процесса курсового проектирования по дисциплине «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры», методике, структуре и этапам выполнения курсового проекта, правилам оформления пояснительной записки.

ВВЕДЕНИЕ

Качество подготовки инженера определяется шириной его научно-технического кругозора, способностью к самостоятельному творческому мышлению и объёмом знаний и навыков, которые он получает в процессе обучения. Курсовое проектирование является важной составной частью учебного процесса.

Курсовой проект по дисциплине «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры» ставит своей целью закрепление теоретического материала по ранее пройденным курсам общеинженерной подготовки. В то же время курсовой проект отличается от прочих заданий своей сутью: он требует не только хороших теоретических знаний и их комплексного применения, но и дает возможность проявить свои творческие способности, интуицию и фантазию, поскольку принятие технических решений в проектах ничем не ограничено.

В ходе курсового проектирования студенты приобретают опыт самостоятельного решения практических задач, изучают современные технологические процессы изготовления изделий и тенденции их развития, приобретают навыки использования средств вычислительной техники при решении поставленных задач.

Процесс мышления (мысленного создания устройства) является наиболее важным и ответственным этапом конструкторской деятельности, так как в процессе конструирования предложенное техническое решение приобретает материальную форму, воплощаясь в чертеж устройства, зачастую никогда раньше не существовавшего. Выбор оптимального варианта конструкции является наиболее ответственной частью конструкторской деятельности. Это следует из того, что если ошибки, допущенные в процессе воплощения идеи варианта конструкции проектируемого устройства, то есть если при расчете элементов конструкции, разработке конструкторской

документации отдельных сборочных единиц и т.п., устранимы, то ошибки в самой идее конструкции приводят к созданию неудачного устройства и экономическим потерям.

Таким образом, курсовое проектирование по дисциплине «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры» направлено на развитие у студентов навыков творческого конструкторского труда. В процессе работы над курсовым проектом студент должен научиться с системных позиций производить расчеты сборочных единиц разрабатываемого изделия, освоить методику конструирования сравнительно несложных сборочных единиц, деталей и узлов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), получить понятие о том, с чего начинать разработку нового устройства и как ее закончить. Студент должен применить на практике свои знания инженерной графики, норм точности и других специальных дисциплин, оформить свои чертежи в соответствии с правилами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Курсовое проектирование также ставит своей целью подготовить студента к дипломному проектированию.

Настоящее издание призвано облегчить работу студента при разработке и оформлении курсового проекта, высвободить время для творческой работы и повысить качество проектов.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

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

Целью курсового проектирования является завершение общей конструкторской подготовки студента по конструированию механизмов РЭА на основе теоретических навыков, полученных в результате изучения им теории, методов расчета и

конструирования деталей и узлов механизмов РЭА с учётом требований по прочности, жёсткости, равнопрочности, взаимозаменяемости и др.

Основными задачами курсового проектирования являются:

1. Систематизация, расширение и закрепление теоретических навыков путём их практического использования. Формирование умения проводить необходимые геометрические и прочностные расчёты, оптимизацию параметров по массе и габаритам; правильно назначать посадки в соединениях, допуски в чертежах деталей, в том числе допуски формы и взаимного расположения поверхностей; назначать шероховатость поверхностей обработки, виды защитных покрытий и термической обработки, осуществлять выбор материалов для деталей механизмов РЭА.

2. Освоение практических навыков самостоятельной разработки конструкций механизмов и механических узлов РЭА путём использования соответствующих нормативных документов и прототипов конструкций.

3. Получение навыков по оформлению текстовой и графической документации согласно требованиям ЕСКД.

4. Обязательное использование при выполнении курсового проекта систем автоматизированного проектирования (САПР) AutoCad и SolidWorks.

5. Подготовка к самостоятельному решению сложных конструкторских задач при выполнении дипломного проекта и последующей работы на предприятиях промышленности.

В процессе конструирования необходимо рассчитать, определить или выбрать форму детали разрабатываемой конструкции, её материал и режим упрочняющей технологии, способ получения заготовки, наметить конструкторские базы, указать шероховатость поверхностей и точность размеров, формы и взаимное расположение поверхностей и условия обеспечения сборки изделия. Необходимо также унифицировать форму

деталей или их частей с целью уменьшения номенклатуры сопрягаемых деталей и унификации технологической оснастки.

При конструировании детали всегда надо стремиться к упрощению конструкции, так как это ведет к удешевлению оснастки, повышению производительности труда, улучшению качества изделия, снижению его себестоимости и повышению точности.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Современный инженер решает задачу проектирования РЭА эвристическими методами в непосредственном взаимодействии с ЭВМ в рамках применяемых систем автоматизированного проектирования. В диалоге с ЭВМ осуществляется принцип комбинаторики и появляется возможность эффективного проведения выбора решения из множества вариантов, которое с большой вероятностью близко к оптимальному. В процессе конструкторского проектирования РЭА, как и в любом другом творческом процессе, можно выделить три вида последовательности проводимых операций:

1. Логическая последовательность операций – это математически однозначно определённые операции, которые можно корректно описать до уровня элементарных операций, то есть составить алгоритм обработки информации и описанную последовательность операций выполнить с помощью средств вычислительной техники. К таким алгоритмизируемым последовательностям операций при конструкторском проектировании РЭА относятся расчёты, выполняемые по определённой методике, детализировка, составление спецификаций и т. д.

2. Эвристическая последовательность операций основана на способности инженера выбирать и принимать решения в тех ситуациях, когда тот или иной процесс нельзя полностью, чётко и замкнуто описать логически, а можно описать только с помощью множества нечётких рекомендаций. В этом случае

человека нельзя заменить техническими вспомогательными средствами.

3. Интуитивная последовательность операций содержит комплекс неразделимых операций, для выполнения которых нельзя использовать ни логику, ни эвристические правила. Здесь решающими становятся такие качества инженера, как стиль мышления, ассоциации, фантазия, воображение, а также внешняя обстановка (окружающая среда общения, социальная обстановка и т. д.)

Система эвристических методов, содержащая множество правил, рекомендаций и программ, позволяет принять решение в процессе проектирования РЭА. Процесс принятия решения состоит из следующих основных шести этапов:

1. Выявление проблемы;
2. Постановка задачи;
3. Поиск решения;
4. Принятие решения;
5. Выполнение решения;
6. Оценка полученного результата.

Применительно к проектированию РЭА перечисленные этапы означают:

1. Выявление проблемы – определение потребности в разработке нового или в модернизации старого устройства РЭА. Предлагается, что необходимость в новом устройстве доказана, поэтому в курсовом проектировании этот этап опускается.

2. Постановка задачи – формирование требований к изделию. На этом этапе разрабатывается расширенное техническое задание, которое представляет собой документ, устанавливающий основное назначение и показатели качества изделия, технико-экономические и специальные требования, предъявляемые к изделию.

3. Поиск решения – подбор вариантов конструкций, удовлетворяющих сформулированным на 2-м этапе требованиям, или разработка нового варианта.

4. Принятие решения – выбор предпочтительного варианта из выбранных по критерию качества, который оговаривается при постановке задачи.

5. Выполнение решения – разработка конструкторской документации на выбранный вариант конструкции РЭА, изготовление опытного образца.

6. Оценка полученного результата – сравнение показателей и параметров разработанной РЭА с техническим заданием.

Результатом выполнения 2-го этапа процесса принятия решения является оформленное техническое задание.

Наиболее ответственными этапами в процессе проектирования РЭА является поиск и принятие решения. При этом следует придерживаться следующих основных принципов принятия решений.

Первый принцип – действовать нужно так точно, как необходимо, так просто, как допустимо. Он соответствует требованию о достаточной надёжности и гарантии технического решения в рамках данных экономических возможностей.

Второй принцип – повторное использование апробированных на практике решений. Алгоритм работы инженера, решающего конструкторско-технологическую задачу, заключается в следующем: сначала выясняется, какие из уже имеющихся решений можно взять без изменений. Если таких решений нет, то он пытается использовать и приспособить наиболее близкие прототипы. Если и таковых нет, то инженер заново разрабатывает изделие или его подсистемы, узлы и элементы.

При выполнении курсового проекта перед студентом обычно стоит задача подобрать пригодные для сравнения варианты технического решения поставленной задачи, выбрать и доработать какое-либо одно техническое решение.

В процессе конструирования РЭА, как правило, необходимо учитывать множество взаимосвязанных, а иногда противоречивых технических требований, предъявляемых к конструкции отдельных устройств и РЭА в целом. Такими требованиями

являются назначение и область применения РЭА, заданные технические характеристики, условия эксплуатации, конструкционные параметры и т. д.

Выполнение курсового проекта заканчивается разработкой конструкторской документации.

Этапы работы над выполнением курсового проекта:

- I. Обзор и анализ литературных источников.
- II. Составление технического задания (ТЗ).
- III. Эскизное проектирование.
- IV. Детальная конструктивная разработка.
- V. Чистовое оформление чертежей.
- VI. Оформленне пояснительной записки.

Этап I. Получив от руководителя задание на выполнение курсового проекта, студент начинает работу с ознакомления с существующими материалами по теме, такими как литературные источники: учебники, учебные пособия, книги, в которых имеются сведения по теме курсового проекта, статьи в журналах, каталоги, проспекты, существующие конструкции, аналогичные проектируемому изделию, их чертежи (сборочные и детальные), описание конструкций, инструкции по их использованию и др. При ознакомлении с чертежами следует обратить внимание на их оформление: простановка размеров и их допустимых отклонений, материалы, из которых сделаны детали, применяемые декоративные и защитные покрытия. При ознакомлении со сборочными чертежами следует обратить внимание на то, как отдельные сборочные единицы соединены друг с другом и как это показано на чертежах. Необходимо ознакомиться со спецификациями к сборочным чертежам и их содержанием, также обратить внимание и на оформление основной надписи.

Обзор материала в основном должен быть завершён к началу срока проектирования.

Этап II. Критически осмыслив все проработанные материалы, студент выявляет достоинства и недостатки используемых в практике конструкций. Затем формулирует свою

задачу по обеспечению необходимых технико-экономических показателей в проектируемом изделии, что и отражает в техническом задании на курсовое проектирование.

ТЗ должно быть составлено в самом начале работы и утверждено руководителем. Туда не надо записывать пункты, не входящие в объем выполняемой работы.

В процессе выполнения работы студент по своему усмотрению не может вносить какие-либо коррективы в ТЗ без согласия руководителя. Пункты ТЗ должны быть записаны четко и ясно, в форме директивы, и не должны содержать пояснений о том, как они должны быть решены в проекте.

Этап III. Эскизное проектирование – это начало процесса разработки конструкции, когда студент проявляет свои творческие возможности и знания. При выполнении эскизного проекта разработчик должен принять во внимание одновременно все соображения, определяющие качественный уровень проектируемого изделия. Выполнение функций разрабатываемой конструкции должно быть обеспечено наилучшим образом при наименьшем количестве деталей, которые по возможности должны быть простыми по форме и в технологическом отношении; изделие в целом должно быть экономичным, надежным и удобным в эксплуатации. На этом этапе осуществляется общая компоновка изделия: взаимное расположение узлов, в том числе заимствованных и покупных изделий,

определяются места стыковки и способы их сочленения и крепления, разрабатывается кинематическая схема проектируемого устройства.

Приступить к обдумыванию и мысленному представлению конструкций, делая черновые наброски, можно и до составления и утверждения ТЗ. Однако после утверждения ТЗ необходимо строго выполнять его требования.

Первые эскизные наброски (также при детальной разработке) можно выполнять не соблюдая правил черчения: взаимного

расположения проекций, масштаба и др. Вначале наброски могут выполняться от руки, без использования чертежных принадлежностей. Вместе с тем в целях экономии времени более целесообразно использование систем автоматизированного проектирования, так как в конце этапа необходимо оформить работу в чистом виде.

Проработка разрабатываемой конструкции в целом, ее составных частей, а также конструктивных элементов предполагает реализацию двух взаимосвязанных процедур.

Первая процедура связана с расчленением конструкции на составные части и элементы с учетом их функционально-технического назначения, вторая — с компоновкой их взаимного расположения с учетом обеспечения их эффективного функционирования, а также требований надежности, технологичности, безопасности, безвредности, эргономичности и эстетичности.

Разрабатываемые устройства расчленяют на сборочные единицы и детали, из которых также могут формироваться определенные связанные группы: рабочие органы, исполнительные и передаточные механизмы, привод и т. д. При расчленении важно правильно и четко формулировать назначение и функции каждой составной части конструкции.

Компоновка связана с обратным процессом формирования общей структуры конструкции из составных частей и зависит от ее уровня и сложности. Компоновка с учетом обеспечения функционального назначения конструкции предусматривает проработку элементов, от которых зависят следующие показатели: производительность, габаритные размеры и материалоемкость; потребление электроэнергии и теплоносителей и др. В частности, при компоновке конструкций учитывают такие данные, как производительность, размеры узлов и деталей, входящих в ее состав, технологичность сборки и т. п.

Компоновку устройства начинают с решения главных вопросов конструирования рабочих органов и выбора рацио-

нальной кинематической структуры. От этих факторов зависят размеры и форма устройства, принцип ее функционирования и взаимодействие с сопряженными конструкциями, например в сложных радиоэлектронных системах.

Анализируя имеющиеся данные (конструкцию устройства, технические требования и технологические параметры производства деталей устройства, условия эксплуатации, требуемую степень защиты конструкции и т. д.), намечают несколько вариантов технического решения. Оптимальное техническое решение определяется и обосновывается с учетом простоты конструкции, удобства обслуживания и ремонта, металлоемкости и стоимости.

При модернизации какого-либо устройства конструктор в зависимости от конкретных условий учитывает влияние принятого технического решения на все механизмы, узлы. Новый узел или элемент должен органически вписываться в модернизируемое устройство. При этом конструктивные изменения, вносимые установкой нового узла, должны быть минимальными и простыми. При изменении габаритных размеров необходимо учитывать размеры соседних деталей или узлов. Ритм работы нового узла должен быть кинематически увязан с ритмом взаимодействующих устройств.

В процессе эскизного проектирования надо обязательно выбрать материалы конструкции с учётом условий эксплуатации проектируемого устройства. Выполнить основные расчеты элементов конструкции во избежание расхождения расчетных данных с уже намеченной компоновкой конструкции.

Этап IV. Детальная конструктивная разработка наряду с эскизным проектированием – наиболее ответственный этап, где автор проявляет свои способности и умение использовать знания, полученные в процессе обучения для творческого решения поставленной перед ним задачи.

На этом этапе студент приступает к детальной разработке элементов конструкции (сборочных единиц и деталей) с

вычерчиванием изделия во всех подробностях, включая буквально все детали. Завершив конструктивную разработку сборочных единиц, следует выполнить сборочный чертеж конструкции.

В процессе выполнения курсового проекта для студентов организуются консультации. Во время консультаций руководитель проекта обсуждает со студентами возможные варианты конструкции, рекомендует литературу по частным вопросам, согласовывает результаты расчетов, контролирует выполнение графика работ.

Ответственность за принятые в проекте решения, качество исполнения графической части и пояснительной записки несет студент-разработчик.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основными конструкторскими документами, которые предъявляются как результат курсового проектирования, являются сборочный чертеж конструкции и рабочие чертежи деталей, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Курсовой проект состоит из двух листов графического материала формата А1 и пояснительной записки.

Графические работы включают в себя:

1. Сборочный чертеж разрабатываемой конструкции, дающий полное представление о конструкции проектируемой сборочной единицы, компоновке изделия и взаимодействии разрабатываемой конструкции с существующими узлами РЭА, с простановкой габаритных и присоединительных размеров, необходимыми примечаниями и техническими условиями, выполненный в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109.

2. Рабочие чертежи четырех-пяти деталей, которые выбираются по указанию руководителя и отвечают по следующим критериям:

а) выполняются чертежи только тех деталей, которые разработаны самими студентами или подвергнуты ими существенному изменению. Не рекомендуется выполнение студентам чертежей заимствованных деталей;

б) желательно, чтобы выбранные детали в сборочной единице стыковались друг с другом, как этого требует правильный выбор допусков на стыкуемые размеры и проведение расчета размерных цепей;

в) выбираются детали, разнохарактерные по способу получения и формирования: корпусные, полученные литьем или в штамповкой, детали с механической обработкой на токарном станке, фрезерованием, детали из пластмасс и т.п.

В чертежах деталь требуется изобразить в соответствии с требованиями ЕСКД со всеми необходимыми разрезами и сечениями, размерами и допусками на их предельные отклонения. Также необходимо указать материал детали, требуемую величину шероховатости поверхности, предельные отклонения формы и расположения отдельных поверхностей, термическую обработку, необходимые защитные и декоративные покрытия и т. п. (список необходимых стандартов ЕСКД указан в приложении А).

Пояснительная записка должна дать полное представление о всех вопросах, которые были решены при выполнении курсового проекта. Изложение пояснительной записки должно быть выполнено грамотно, ясным техническим языком и кратко. Следует избегать сложных и длинных предложений. В тексте записки не должно быть общих фраз и общих рекомендаций, распространяющихся на аппаратуру вообще. При этом допускается использование повествовательной формы изложения текста документа, например: «применяют», «указывают» и т. п. В тексте должны применяться только научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте записки не допускается:

– применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы; произвольные словообразования; сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами;

– сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки;

– применять знак « \emptyset » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак « \emptyset »;

– применять без числовых значений математические знаки, например $>$ (больше), $<$ (меньше), $=$ (равно), \geq (больше или равно), \leq (меньше или равно), \neq (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

– применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

- Реферат;
- Содержание;
- Введение;
- Назначение и область применения конструкции;
- Техническая характеристика конструкции;
- Описание и обоснование выбранной конструкции;
- Расчёты, подтверждающие надёжность и работоспособность конструкции (расчёты элементов конструкции);
- Заключение;
- Список использованных источников;
- Приложения.

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

Раздел «Реферат» должен содержать сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных источников; перечень ключевых слов; текст реферата.

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

Текст реферата должен отражать:

объект разработки;

цель работы;

метод или методологию проведения работы;

результаты работы;

основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;

область применения;

Пример оформления реферата приведен в Приложении Б.

В текстовой части «Введения» обосновывается актуальность темы курсового проекта, значимость и место разрабатываемой сборочной единицы или устройства в конструкциях РЭА, приводятся их основные технические показатели.

В разделе «Назначение и область применения конструкции» дается краткая характеристика области и условий применения разрабатываемого изделия, общая характеристика объекта, для применения в котором предназначено проектируемое изделие, основные данные, которые должны обеспечивать стабильность показателей качества в условиях эксплуатации.

В разделе «Техническая характеристика конструкции» приводятся основные технические характеристики изделия, требования по климатическому исполнению и степени защиты (IP) конструкции, сведения о соответствии или отклонениях от требований, установленных техническим заданием.

В разделе «Описание и обоснование выбранной конструкции» рассматриваются возможные варианты компоновки и конструктивных решений, обосновывается выбранный вариант с точки зрения конструктивной целесообразности, технологичности, удобства обслуживания и эксплуатации, надежности и экономических показателей. Дается подробное описание функционирования устройства со ссылками на позиции, указанные на сборочном чертеже конструкции. Приводится обоснование выбранных материалов и защитных покрытий деталей конструкции, а также описание принятых технических решений, необходимых для выполнения требований технического задания.

Раздел «Расчёты, подтверждающие надёжность и работоспособность конструкции (расчёты элементов конструкции)» должен содержать подробное изложение расчетов, произведенных в зависимости от назначения разрабатываемой конструкции. Расчеты элементов конструкции должны сопровождаться необходимыми пояснениями, схемами, ссылками на литературный источник, откуда заимствуется методика расчета. Если по ходу выполнения проекта пришлось выполнить расчет ряда вариантов, то все они должны быть приведены в пояснительной записке с указанием того варианта, на котором остановился разработчик.

Раздел «Заключение» должен содержать краткое, но достаточное для оценки объёма работы описание результатов выполненного курсового проекта; оценку полноты реализации решений поставленных задач и принятых технических решений. Целесообразно выделить главные особенности спроектированного объекта, обратить внимание на оригинальные кон-

структивные решения, предложенные автором, указать степень их новизны, привести основные технические параметры отдельных узлов и деталей, полученных в результате проведенных расчётов, использование при выполнении курсового проекта систем автоматизированного проектирования и соответствие разработанной конструкции требованиям ТЗ.

В разделе «Список использованных источников» указываются те источники (книги, статьи, методические и учебные пособия и т. п.), которые были использованы при выполнении курсового проекта.

В раздел «Приложения» рекомендуется включать материалы, связанные с выполненным проектом, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть. Обязательными элементами приложения являются техническое задание и спецификация сборочного чертежа разрабатываемой конструкции.

Техническое задание выполняется в виде отдельного документа и в соответствии с СТБ 972–94 должно включать в себя следующие разделы:

- 1 Наименование и область применения продукции;
- 2 Основание для разработки;
- 3 Исполнитель;
- 4 Цель и назначение разработки;
- 5 Технические требования;
 - 5.1 Состав продукции и требования к конструктивному устройству;
 - 5.2 Требования к технологичности;
 - 5.3 Условия эксплуатации;
- 6 Этапы выполнения работ;
- 7 Порядок контроля и приёмки, материалы, предъявляемые по окончании отдельных этапов и работы в целом.

Каждый студент выполняет курсовой проект по индивидуальному заданию, поэтому основным методом работы над

курсовым проектом является самостоятельная работа при консультации руководителя проекта.

Выполнение курсового проекта рассчитано на 15 – 16 недель по следующему графику:

1 – 3-я неделя: получение задания, разработка и утверждение технического задания на проектирование.

4 – 6-я недели: анализ ТЗ и разработка технических требований к конструкции, выбор материалов деталей.

7 – 9-я недели: выбор и обоснование конструктивных решений.

10 – 11-я недели: проведение требуемых расчётов и разработка графической документации.

12 – 14-я недели: оформление текстовой и графической документации. Проверка работы.

15-я неделя: устранение замечаний.

16-я неделя: защита проекта.

В установленный срок полностью оформленный и сложенный в папку проект сдается руководителю на проверку. При наличии замечаний по содержанию или оформлению проект возвращается на доработку. При отсутствии существенных замечаний разрешается защита проекта.

Защита курсовых проектов проходит строго по расписанию, срок защиты проекта указывается в задании на проект.

Законченный курсовой проект, подписанный руководителем, защищается перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей. При защите студент в течение пяти – семи минут докладывает о поставленной перед ним технической задаче и путях её реализации в проекте, приводит анализ этого решения и обосновывает полученные результаты, ссылаясь на выполненные чертежи и пояснительную записку. При этом отмечаются оригинальные конструкторские решения и пути дальнейшего совершенствования конструкции проектируемого устройства.

План доклада при защите курсового проекта строится в следующей последовательности:

1. Тема и актуальность проекта.
2. Исходные данные (анализ схемы конструкции и технического задания).
3. Техническое решение (компоновка, размещение, несущие конструкции, материалы деталей, защитные покрытия, соединители).
4. Защита конструкции от влияния дестабилизирующих факторов.
5. Результаты проверочных конструкторских расчётов.
6. Применение САПР при выполнении проекта.
7. Заключение о выполнении технического задания и перспективах развития разработанной конструкции радиоэлектронного устройства.

Представление материалов на защите курсового проекта осуществляется с использованием мультимедийных средств демонстрации.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Основным документом курсового проекта является пояснительная записка (ПЗ), в которой приводится информация о выполнении принятых технических решений и расчётах элементов конструкции, проведенных автором. Изложение текста и оформление ПЗ курсового проекта должны соответствовать требованиям СТП БНТУ 3.01–2003, ГОСТ 2.105–95 и ГОСТ 7.32–2001.

Наименования структурных элементов записки: «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Расчёты элементов конструкции», «Список использованных источников» служат заголовками структурных элементов отчета.

Пояснительная записка должна отвечать следующим общим требованиям:

- логической последовательности изложения материалов;

- убедительности аргументации; краткости и точности формулировок, исключающих возможности субъективного и неоднозначного толкования;

- конкретности изложения результатов работы; недопустимости включения в ПЗ (без необходимости) сведений и формулировок, заимствованных из литературных источников.

Пояснительная записка выполняется печатным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала.

Цвет шрифта черный, высота букв, цифр и других знаков – кегль размером 14 pt. Текст ПЗ следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, левое и нижнее — 20 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью — рукописным способом.

Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту отчета. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

При оформлении содержания пояснительной записки слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования разделов, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте записки должно быть одинаковым и иметь обратный порядок слов (например: «Выключатель конечный», «Клавиша управления»).

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, то есть на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а затем – название изделия (имя существительное), при этом допускается употреблять сокращенное наименование изделия.

Наименования, приводимые в тексте документа и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц отчета. Иллюстрации и таблицы на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Титульные листы пояснительной записки и технического задания выполняются в соответствии с формой, приведенной в приложениях В, Г.

Основную часть ПЗ следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста ПЗ на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Абзацный отступ должен составлять 15 – 17 мм. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всего текста, за исключением приложений. Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Пример: 1, 2, 3 и т. д.

Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой.

Пример: 1.1, 1.2, 1.3 и т. д.

Номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделенные точкой.

Пример: 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т. д.

После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Если раздел или подраздел имеет только один пункт или пункт имеет один подпункт, то нумеровать его не следует.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы) следует располагать в ПЗ непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в отчете, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

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

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

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

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и ее номер указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1». При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «×».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Пример

$$A = a : b, \quad (1)$$

$$B = c : e. \quad (2)$$

Одну формулу обозначают – «1».

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. Пример –... в формуле (1).

Выводы формул, имеющих в литературе, в записке не приводят, а дают только их окончательное выражение.

Обязательным является выполнение расчетов с использованием размерностей физических величин системы СИ.

Ссылки в тексте ПЗ на использованные источники следует приводить в квадратных скобках. Сведения об источниках (раздел ПЗ «Список использованных источников») следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте ПЗ и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении ПЗ. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 и должны содержать необходимые и достаточные для идентификации и поиска цитируемого документа сведения.

При наличии в записке приложений в тексте на них должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте ПЗ.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

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

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.3.
- 2 Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубченко [и др.]; под ред. А.С. Зубченко. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- 3 Красильникова, Г.В. Автоматизация инженерно-графических работ / Г.В. Красильникова, В.Г. Самсонов, С.Т. Тарелкин. – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.
- 4 Гордин, П.В. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / П.В. Гордин. – СПб.: СЗТУ, 2006. – 180 с.
- 5 Конструирование радиоэлектронных средств / В.Ф. Борисов [и др.]; под ред. А.С. Назарова. – М.: МАИ, 1996. – 380 с.
- 6 Пименов, А.И. Снижение массы конструкций РЭА / А.И. Пименов. – М.: Радио и связь, 1981. – 126 с.
- 7 Мироненко, И.Г. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР / И.Г. Мироненко, В.Ю. Суходомский, К.Н. Холуянов; под ред. И.Г. Мироненко. – М.: Высшая школа, 2002. – 391 с.
- 8 Поляков, К.П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры / К.П. Поляков. – М.: Радио и связь, 1982. – 240 с.
- 9 Орлов, П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2 т. / П.И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
- 10 Конструирование радиоэлектронных средств / под ред. В.Б. Пестрякова. – М.: Радио и связь, 1992. – 431 с.
- 11 Болтон, У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты: карманный справочник / У. Болтон. – М.: Додэка. – XXI, 2004. – 320 с.
- 12 Таймингс, Р. Машиностроение. Разъемные и неразъемные соединения, режущий инструмент: карманный справочник / Р. Таймингс. – М.: Додэка. – XXI, 2008. – 336 с.

13 Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: справочное пособие / Э.Т. Романычева [и др.]; под ред. Э.Т. Романычевой. – М.: Радио и связь, 1989. – 448 с.

14 Корпуса для РЭА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.korpusa.ru>. – Дата доступа 23.12.2009.

15 Силиконовые уплотнители, смазки, компаунды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.penta-si.com.ua. – Дата доступа 12.11.2009.

16 Электро-механические компоненты РЭА. Клавиатура металлическая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.efo.ru>. – Дата доступа 18.02.2010.

17 Уплотнители резиновые [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prrezinovye.nsk-com.ru>. – Дата доступа 23.12.2009.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

СПИСОК СТАНДАРТОВ ЕСКД, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

- 1 Общие положения: ГОСТ 2.001–93.
- 2 Виды изделий: ГОСТ 2.101–68.
- 3 Виды и комплектность конструкторских документов:
ГОСТ 2.102–68
- 4 Стадии разработки: ГОСТ 2.103–68
- 5 Основные надписи: ГОСТ 2.104–68
- 6 Общие требования к текстовым документам. ГОСТ
2.105–95.
- 7 Текстовые документы: ГОСТ 2.106–96.
- 8 Спецификация: ГОСТ 2.108–96.
- 9 Основные требования к чертежам: ГОСТ 2.109–73.
- 10 Групповые и базовые конструкторские документы:
ГОСТ 2.113–75
- 11 Техническое предложение. ГОСТ 2.118–73.
- 12 Эскизный проект: ГОСТ 2.119–73.
- 13 Технический проект: ГОСТ 2.120–73.
- 14 Порядок применения покупных изделий: ГОСТ 2.124–85.
- 15 Правила выполнения эскизных конструкторских доку-
ментов: ГОСТ 2.125–88.
- 16 Обозначение изделий и конструкторских документов:
ГОСТ 2.201–80.
- 17 Форматы: ГОСТ 2.301–68.
- 18 Масштабы: ГОСТ 2.302–68.
- 19 Линии: ГОСТ 2.303–68.
- 20 Шрифты чертежные: ГОСТ 2.304–81.
- 21 Изображения: виды, разрезы, сечения: ГОСТ 2.305–68.

22 Обозначения графических материалов и правила их нанесения: ГОСТ 2.306–68.

23 Нанесение размеров и предельных отклонений: ГОСТ 2.307–68.

24 Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей: ГОСТ 2.308–79.

25 Обозначения шероховатости поверхностей: ГОСТ 2.309–73.

26 Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки: ГОСТ 2.310–68.

27 Изображение резьбы: ГОСТ 2.311–68

28 Условные изображения и обозначения швов сварных соединений: ГОСТ 2.312–72.

29 Условные изображения и обозначения неразъемных соединений: ГОСТ 2.313–82.

30 Изображения упрощенные и условные крепежных деталей: ГОСТ 2.315–68.

31 Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц: ГОСТ 2.316–68.

32 Аксонометрические проекции: ГОСТ 2.317–69.

33 Правила упрощенного нанесения размеров отверстий. ГОСТ 2.318–81.

34 Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов: ГОСТ 2.320–82.

35 Обозначения буквенные: ГОСТ 2.321–84.

36 Правила выполнения чертежей пружин: ГОСТ 2.401–68.

37 Условные обозначения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач: ГОСТ 2.402–68.

38 Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес: ГОСТ 2.403–75.

39 Правила выполнения чертежей конических зубчатых колес: ГОСТ 2.405–75.

40 Правила выполнения чертежей цилиндрических червяков и червячных колес: ГОСТ 2.406–76.

41 Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений: ГОСТ 2.409–74.

42 Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа: ГОСТ 2.413–72.

43 Правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов: ГОСТ 2.414–75.

44 Правила выполнения чертежей изделий с электрическими обмотками.: ГОСТ 2.415–68.

45 Условные обозначения магнитопроводов: ГОСТ 2.416–68.

46 Платы печатные. Правила выполнения чертежей: ГОСТ 2.417–91.

47 Упрощенные изображения подшипников качения на сборочных чертежах: ГОСТ 2.420–69.

48 Схемы: ГОСТ 2.701–84.

49 Правила выполнения кинематических схем: ГОСТ 2.703–68.

Приложение Б

ПРИМЕР СОСТАВЛЕНИЯ РЕФЕРАТА

Реферат

Пояснительная записка 85 с., 12 рис., 5 табл., 10 источников, 4 прил.

Выключатель конечный, модернизация, электрические контакты, направляющие, упругий элемент, сборочный чертёж, степень защиты, климатическое исполнение.

Объектом разработки является конструкция конечного выключателя.

Цель работы – модернизировать конструкцию конечного выключателя с целью обеспечения эксплуатации в заданных условиях эксплуатации (климатическое исполнение ТВ 4.1, степень защиты IP 45).

В процессе работы были выбраны материалы для изготовления деталей конструкции в соответствии с эксплуатационными требованиями.

В результате выполнения работы определены параметры электрических контактов, упругих элементов, подтверждена правильность выбора посадки направляющих элементов.

Разработаны сборочный чертеж конструкции, рабочие чертежи пружины, штока, втулки направляющей, корпуса, герметизирующей крышки.

Требования технического задания выполнены полностью.

Приложение Г

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Белорусский национальный технический университет
Кафедра «Информационно-измерительная техника и
технологии»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ к курсовому проекту по дисциплине «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры»

Тема: _____

Исполнитель: _____ (Фамилия, инициалы)
(подпись)

студент курса группы

Руководитель: _____ (Фамилия, инициалы)
(подпись)

Минск 20__

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	3
1. Цель и задачи курсового проектирования.	4
2. Методика выполнения курсового проекта.	6
3. Содержание курсового проекта.	13
4. Оформление пояснительной записки.	20
Список рекомендуемой литературы.	27
ПРИЛОЖЕНИЯ.	29

Учебное издание

**КОНСТРУИРОВАНИЕ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ**

Методические указания по выполнению курсового
проекта для студентов специальностей
1-38 02 01 «Информационно-измерительная техника»,
1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности»,
1-38 02 04 «Спортивная инженерия»,
1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества
и диагностики состояния объектов»

С о с т а в и т е л ь :
САВЕЛОВ Игорь Николаевич

Редактор Т.Н. Микулик
Компьютерная верстка Л.А. Адамович

Подписано в печать 12.03.2010
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 100. Заказ 1126.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.