

Министерство образования и науки Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

Е.А. ЛЕОНТЬЕВ, С.В. ФРОЛОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ, СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

Утверждено Учёным советом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по специальности 200402 «Инженерное дело
в медико-биологической практике»



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2011

УДК 616-71.001.63(075.8)
ББК Р.с5я73
Л478

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор кафедры «Управление качеством
и сертификация» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

М.М. Мордасов

Кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора
по научной работе медицинского института ФГБОУ ВПО
«ТГУ им. Г.Р. Державина»

С.В. Шутова

Леонтьев, Е.А.

Л478 Проектирование медицинских приборов, систем и комплексов : учебное пособие / Е.А. Леонтьев, С.В. Фролов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 84 с. – 100 экз.
ISBN 978-5-8265-1028-5

Рассмотрены основные вопросы, связанные с организацией дипломного проектирования и выбором тематики дипломных проектов и работ, а также структура пояснительной записки и рекомендации по выполнению её разделов, что позволяет сконцентрировать внимание студента на разработке специальной и конструкторско-технологической частей проекта. Приведены нормативные документы в области проектирования медицинских приборов, систем и комплексов и показан порядок их применения к разным разделам проекта; разработаны документальное сопровождение процесса дипломного проектирования и требования к содержанию и оформлению отдельных документов. Особое внимание уделяется рекомендациям по разработке чертежей и схем, составляющих графическую часть проектов и работ.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 200402 «Инженерное дело в медико-биологической практике».

УДК 616-71.001.63(075.8)
ББК Р.с5я73

ISBN 978-5-8265-1028-5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2011

ВВЕДЕНИЕ

Современные медицинские приборы, системы и комплексы являются сложными интегральными техническими устройствами, изготовленными по новейшим технологиям на современной элементной базе, часто содержат вычислительные и управляющие средства, позволяющие автоматизировать процесс получения диагностической информации и реализовать лечебные воздействия в требуемом виде с заданной продолжительностью. Получение достоверной диагностической информации является серьёзной проблемой и осложняется действием шумов, помех и артефактов разного происхождения; при этом уровень информативных сигналов имеет порядок нановеличин, что соизмеримо или ниже уровня действующих шумов и помех. Всё это приводит к значительному усложнению технических устройств; в результате, к ним предъявляются повышенные требования по точности измерений, чувствительности, надёжности, электробезопасности, малому потреблению энергии, стоимости и др.; в то же время технические устройства должны быть универсальными, взаимозаменяемыми, унифицированными, что позволяет применять к ним современные технологии ремонта и технического обслуживания.

Необходимо иметь в виду, что несмотря на хорошие показатели качества медицинских приборов, систем и комплексов, они в значительной степени подвержены моральному и физическому износу, что определяется поступательным развитием технологий и прогрессом, особенно в области производства элементной базы и вычислительной техники.

Таким образом, сложившаяся ситуация в области производства и эксплуатации сложных медицинских технических устройств должна учитываться на стадии проектирования, а инженерная мысль – предвидеть и опережать появление новых технологий, нестандартных инженерных решений, нетрадиционных подходов к решению технических проблем, что позволит производить конкурентоспособную аппаратуру.

Следует отметить, что появление прогрессивных технологий в области проектирования медицинских приборов, систем и комплексов в значительной степени сдерживается противоречивыми нормативными документами, изданными ещё в 1960-х гг., действие которых не отменено до сих пор.

Настоящее пособие имеет целью исключить влияние обозначенных проблем, исключить противоречивость нормативных документов на основе их анализа, приблизить учебный процесс проектирования медицинской аппаратуры к реальному, что позволит повысить качество выпускаемых дипломных проектов и работ, а также в значительной степени усилить их инженерную составляющую.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование проводится в сроки, установленные учебным графиком соответствующей специальности. Накануне преддипломной практики студентам выдаётся задание на преддипломную практику. По результатам преддипломной практики студенты обязаны предоставить отчёт о проделанной работе с последующей защитой его на кафедре. После успешной защиты отчёта по преддипломной практике и утверждения темы будущего дипломного проекта (работы) студенты получают задание на дипломное проектирование.

Руководителем дипломного проекта (дипломной работы) (ДП (ДР)) назначаются преподаватели кафедры, ведущие специалисты медицинских учреждений, предприятий или центров. К работе со студентами могут привлекаться специалисты соответствующего профиля, выступающие в качестве консультантов по специальной части проекта.

Для контроля за правильностью выполнения разделов ДП (ДР), относящихся к экономической части и охране труда, назначаются консультанты от соответствующих кафедр. Они проверяют содержание и качество выполнения разделов и ставят подписи на титульном листе пояснительной записки.

Работу над ДП (ДР) студент обязан осуществлять в соответствии с календарным планом (Приложение Ж), согласованным с руководителем. Календарный план выполнения ДП (ДР) отражает планируемые и действительные сроки отдельных этапов и дату окончания работы. При невыполнении утверждённого графика выполнения работ без уважительной причины студент вызывается для объяснения на заседание кафедры.

В законченном виде ДП (ДР) может быть представлен(-а) на предзащиту перед специальной комиссией, назначаемой заведующим кафедрой.

ДП (ДР), подписанный(-ая) студентом, консультантами и руководителем (при наличии отзыва руководителя), и утверждённый(-ая) заведующим кафедрой, не позднее чем за пять дней до назначенного срока защиты, передаётся рецензенту. Рецензия на ДП (ДР) составляется в соответствии с Памяткой рецензенту. Утверждение ДП (ДР) заведующим кафедрой и наличие рецензии являются допуском студента к защите проекта (работы) перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). Запись на защиту производится у секретаря кафедры за 2–3 дня до начала работы ГАК.

На защите студент в ходе короткого выступления (до 7 мин) знакомит комиссию с содержанием ДП (ДР), а затем отвечает на замечания рецензента и вопросы членов ГАК. После защиты на закрытом заседании ГАК принимается решение об оценке ДП (ДР) и возможности присвоения студенту квалификации инженера по специальности 200402 «Инженерное дело в медико-биологической практике».

Студент, получивший на защите неудовлетворительную оценку, может быть допущен по решению ГАК к повторной защите того же ДП (ДР) на следующей сессии или к защите ДП (ДР) по новому заданию.

1.2. ЦЕЛЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ДП (ДР) является выпускной квалификационной работой, представляемой Государственной аттестационной комиссии как итог усвоения студентом теоретических и прикладных дисциплин основной образовательной программы высшего профессионального образования.

Цель дипломного проектирования заключается в систематизации, закреплении и углублении теоретических знаний и навыков, применении этих знаний на этапе технического проектирования, развитии навыков ведения самостоятельной работы, проведении теоретических и экспериментальных исследований с привлечением средств и методов вычислительной техники, совершенствовании степени подготовленности к совместной работе со специалистами смежных специальностей, увязке экономических показателей с техническими требованиями и технологическими возможностями при решении конкретных задач определения экономической эффективности разработки.

Целью ДП (ДР) является конечный технико-экономический и социальный результат, который достигается в процессе проектирования. Объект проектирования не может быть целью проекта (работы).

1.3. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ И РАБОТ

Тематика ДП (ДР) по специальности 200402 должна быть актуальной и отвечать реальным задачам, возникающим при проведении исследований и разработке диагностических, терапевтических, информационно-измерительных приборов, систем и комплексов, организационно-методических мероприятий, позволяющих повысить эффективность работы лечебно-профилактических учреждений.

Проектирование может быть связано с актуальными вопросами технической диагностики и обслуживания медико-биологических систем.

Возможна практическая реализация ДП (ДР) в виде физических макетов, демонстрационных стендов, рабочих компьютерных программ, что придаёт дополнительную ценность представленной к защите работе. Допускаются темы, целиком относящиеся к разработке алгоритмов управления, вычислительных процедур.

Тематика должна быть значимой, соответствовать современному состоянию и перспективам развития медицинского приборостроения и (или) компьютерных технологий в данном направлении.

Тема защищаемого(-ой) ДП (ДР) должна быть связана с медицинской технологией, результатами научных исследований, с созданием и совер-

шенствованием приборов, биотехнических аппаратов, систем и комплексов, в том числе программно-аппаратных средств обработки данных.

Как правило, тема ДП (ДР) предлагается студенту кафедрой. Студент вправе сам предложить и обосновать свою тему из области биотехнических и медицинских аппаратов, систем и комплексов, учитывая актуальность решения следующих задач:

- создание инструментальных средств диагностики, лечения, реабилитации и профилактики заболеваний человека, предназначенных для использования в условиях диагностических и лечебных медицинских центров, больниц, амбулаторий, поликлиник;
- разработка средств для метрологического обеспечения диагностики и ремонта биомедицинской техники;
- разработка средств автоматизации медико-биологических систем;
- разработка программного обеспечения для решения практических задач медицины, в том числе по указанным проблемам, обозначенным выше;
- разработка средств проектирования и производства техники;
- разработка средств управления медицинскими учреждениями, деятельностью медицинского персонала.
- анализ состояния научно-технической проблемы на основании подбора и изучения литературных и патентных источников;
- разработка структурных и функциональных схем радиотехнических систем и комплексов и принципиальных схем устройства с использованием средств компьютерного проектирования;
- участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов устройств и систем;
- построение математических моделей объектов и процессов, выбор метода их исследования и разработка алгоритма его реализации;
- моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- разработка программ и реализация экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.

В каждой теме необходимо предусмотреть элемент новизны.

Задание на дипломное проектирование может предусматривать работу системотехнического, схемотехнического, организационно-методического или экспериментально-исследовательского характера.

ДП (ДР) по специальности 200402 должны включать разработку медико-технических требований к проектируемым устройствам.

Допускаются темы, предусматривающие теоретическую и(или) экспериментальную проработку перспективных предложений, а также разработку программно-аппаратных средств обработки данных.

Тематика должна соответствовать современному уровню развития науки и техники и учитывать последние достижения в соответствующей области знаний как в России, так и за рубежом.

Обязательным в ДП (ДР) является рассмотрение организационно-экономических вопросов, содержание которых определяется по согласованию с кафедрой экономического профиля.

Необходимость или целесообразность проработки вопросов эскизно-проектирования определяется задачами ДП (ДР) и должна быть согласована с выпускающей кафедрой.

Замена ДП на ДР допускается решением выпускающей кафедры на этапе утверждения тем дипломного проектирования.

Техническое задание (ТЗ) на ДП (ДР) должно соответствовать требованиям ГОСТ 15.001–88, ГОСТ Р 15.013–94, МР 121.84 и нормативным методическим документам университета. Образцы технического задания на ДП (ДР), а также их примерное содержание представлены в прил. А и Б соответственно.

Поощряется практика комплексного выполнения ДП (ДР) несколькими студентами по одной крупной или по объединённым одной проблемой смежным темам.

1.4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТАМ И ДИПЛОМНЫМ РАБОТАМ

В ДП и ДР должны быть обоснованы и представлены итоги инженерного поиска оптимального варианта решения системотехнической, схемотехнической или экспериментально-теоретической (исследовательской) задачи в рамках заданного множества критериев при существующих (оговорённых в ТЗ) граничных условиях.

Все документы (ДП) ДР должны соответствовать требованиям ЕСКД, ЕСТД и настоящего учебного пособия. Всем документам ДП (ДР) присваивается литера «Д».

Общие требования к конструкторским документам устанавливаются ГОСТ 2.101–68. В соответствии с ним всем конструкторским документам (КД) ДП (ДР) должны присваиваться обозначения, определяемые с помощью «Классификатора документов», и шифры документов в соответствии с ГОСТ 2.102–68.

ДП (ДР) должен(-а) состоять из пояснительной записки и комплекта чертежей (графической части).

Структура пояснительной записки ДП (ДР):

- титульный лист (на стандартном бланке);
- ведомость ДП (ДР);
- задание (на стандартном бланке);
- аннотация (на русском и иностранном языках);
- содержание;

- введение;
- перечень сокращений, условных обозначений символов, единиц и терминов;
- специальная часть (может содержать несколько разделов);
- конструкторско-технологическая часть;
- экономическая часть;
- безопасность жизнедеятельности;
- экологическая часть;
- заключение;
- список использованных источников (использованной литературы);
- приложение.

Общий объём ДП (ДР) не должен превышать 80...90 страниц машинописного текста (без приложений). Пояснительную записку ДП (ДР) выполняют на листах формата А4. Текст печатается шрифтом Times New Roman № 14 через 1,5 интервала с соблюдением следующих размеров полей: левое – 30, правое – 10, верхнее и нижнее – 20 мм.

***Примечание.** Для ДР структура «Специальной части» и «Конструкторско-технологической части» определяется руководителем, при этом акцент должен быть сделан на научно-исследовательскую работу.*

Графическая часть ДП должна отражать принятые схемные и конструкторивные решения; содержать 8...10 листов чертежей, схем, графиков и диаграмм; обеспечивать наглядное изложение сути дипломного проекта.

***Примечание.** Для ДР графическая часть может быть представлена плакатами, количество которых определяется руководителем.*

Примерный перечень материала графической части ДП:

- схема разрабатываемой системы или устройства и т.п. с указанием мест установки контроллеров, датчиков, регуляторов и т.д.;
- общий вид спроектированного устройства или системы;
- функциональные, структурные, принципиальные и технологические схемы;
- конструкции разработанных отдельных узлов или деталей;
- необходимые графики и диаграммы;
- схемы алгоритмов, программ и т.д.;
- результаты экспериментальных исследований;
- разработка математической модели;
- расчёт основных ТЭП.

Содержание основных элементов пояснительной записки ДП (ДР):

***Титульный лист** ПЗ ДП (ДР) должен быть заполнен по форме прил. В, Г. Форма титульного листа является общепринятой.*

***Ведомость** ДП (ДР) содержит перечень документов, изделий (макетов, моделей, опытных образцов и др.), вошедших в содержание ДП (ДР).*

Ведомость выполняется по ГОСТ 2.106–96 (форма 4) на бумаге формата А4 с рамкой и основной надписью (прил. М).

Задание на ДП (ДР) является следующим листом ПЗ и выполняется на специальном бланке (прил. Д, Е).

Аннотация к ДП (ДР) выполняется на русском и иностранном (английском) языках в соответствии с требованиями ГОСТ 7.9–77. В ней кратко излагается содержание ДП (ДР): цель ДП (ДР), основные результаты, полученные в проекте (работе), содержание выполненных в процессе проектирования работ; характер исследований и расчётов с обращением к средствам вычислительной техники; основные технические характеристики разработки; краткие выводы об особенностях, эффективности, области применения полученных результатов, рекомендации к их внедрению в производство или в учебный процесс; самостоятельность работы в схемотехнической (исследовательской) части. Объём аннотации не должен быть более одной страницы машинописного текста.

Примечание. Номера страниц титульного листа, ведомости, задания и аннотации учитываются по верхней нумерации, но на самих страницах не проставляются.

Содержание должно включать введение, наименование всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц по верхней нумерации, на которых размещается начало материала, оформляется на листах с рамкой и основной надписью (штампом) шириной 40 мм.

Во введении рассматриваются актуальность темы, основные положения и документы, лежащие в основе разрабатываемого проекта (работы), кратко характеризуется современное состояние технического вопроса или проблемы. Формулируются задача исследования, её новизна и возможные пути решения.

Специальная часть ДП может включать следующие разделы и(или) параграфы:

- постановка задачи, анализ вариантов реализации системы, патентные исследования, технические требования;
- математическое описание объекта исследования;
- разработка функциональных, структурных и принципиальных схем;
- анализ и синтез систем; моделирование систем;
- техническое, алгоритмическое и программное обеспечение;
- экспериментальные исследования;
- другие разделы.

Конструкторско-технологическая часть ДП может включать следующие разделы и (или) параграфы:

- конструкция и технология изготовления устройств или системы;
- расчёт тепловых режимов, блоков, узлов и элементов устройств;

- разработка конструкции и технология изготовления печатных плат узлов устройств;
- вопросы эксплуатации и наладки устройств;
- составление эксплуатационной документации;
- другие разделы.

Экономическая часть ДП может включать следующие параграфы:

- маркетинговые исследования;
- технико-экономическую оценку качества разработанного устройства;
- вопросы менеджмента;
- расчёт себестоимости и цены спроектированного устройства;
- планирование конструкторской подготовки изделия;
- иные экономические вопросы.

Безопасность жизнедеятельности ДП может включать следующие вопросы;

- анализ объекта исследования (автоматизации, разработки и т.д.);
- выявление социально-экономического эффекта;
- безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях;
- разработка мероприятий по улучшению условий труда;
- типовые расчёты норм освещённости, заземления, вентиляции и др.

Экологическая часть ДП может включать оценку влияния применяемых в проекте материалов, веществ, элементов, механических и электромагнитных излучений на окружающую среду и биообъекты.

Заключение должно содержать окончательные выводы по работе, степень соответствия разработанной темы требованиям технического задания на основе сравнения технико-экономических показателей спроектированного и существующих объектов.

Список использованных источников (использованной литературы)

К списку литературы предъявляются требования, обозначенные следующими стандартами: ГОСТ 7.1–84; ГОСТ 7.1–2003; ГОСТ 7.80–2000; ГОСТ 7.82–2001; ГОСТ 7.12–1993; ГОСТ 7.9–1995 (ИСО 214–76). Сведения об источниках следует располагать или в порядке появления ссылок на источники или в алфавитном порядке по фамилиям авторов (сначала отечественных, а затем зарубежных). Источники на иностранных языках, не имеющие к настоящему времени перевода на русский язык, приводятся в оригинальной транскрипции. Ссылки на источники приводятся в конце предложения в квадратных скобках. Список литературы для дипломного проектирования и пример его оформления приведены в прил. П.

Приложения обозначаются прописными буквами русского алфавита. На первой странице каждого приложения должен быть большой штамп (40 мм). Каждое приложение содержит свою нижнюю нумерацию, начиная с номера 1.

Текст ПЗ ДП (ДР), а также необходимые иллюстрации (схемы, графики, фотографии и пр.) должны оформляться в соответствии с ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам», ГОСТ 2.106–96 «Текстовые документы», СТБ 1.701–98 «Текстовые документы». Допускается выполнять иллюстративный материал на листах ватмана, кальки или миллиметровой бумаги и вклеивать его в соответствующие места текста ПЗ с присвоением номера рисунку и с обязательной ссылкой на него в тексте. Начало описания рисунка в тексте должно опережать страницу, содержащую рисунок. Иллюстрации из литературы (или других источников) допускается приводить в исключительных случаях, когда без них невозможно выполнить расчёт или сделать выводы. Ссылка на источник, из которого заимствован рисунок, обязательна.

ПЗ должна быть написана кратко, ясным техническим языком. Следует избегать терминологических неточностей и технического жаргона. В этом случае необходимо опираться на ГОСТ, регламентирующий термины и определения данной области техники и смежных областей знаний или на принятую в литературе систему терминов и определений. Допускается заимствование из литературных источников (с обязательной ссылкой на них) определений и соотношений, если они необходимы для расчётов в процессе проектирования.

Материалы и документы, размещение которых в ПЗ нецелесообразно, помещают в приложениях к ПЗ. При этом в соответствующих местах текста ПЗ на них должны быть сделаны ссылки. В тексте ПЗ и в приложениях не допускается сокращённой записи слов и других сокращений, кроме общепринятых. Приложения к ПЗ могут содержать как текстовый, так и графический материал.

В свою очередь, графический материал подразделяется условно на следующие группы, регламентируемые соответствующими ГОСТами:

- 1) структурные электрические схемы аналоговых устройств должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.759–82;
- 2) структурные электрические схемы цифровых устройств должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.743–91;
- 3) граф-схемы алгоритмов должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 19.003–80;
- 4) структурные электрические схемы вычислительных устройств, входящих в состав разрабатываемой системы обработки информации, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.708–81;
- 5) схемы деления изделия (разработки) на составные части должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.711–82;
- 6) схемы принципиальные электрические аналоговых систем и устройств должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.721–74, 2.728–74, 2.730–73, 2.723–6.

Пример оформления «Спецификации элементов» приведён в прил. Н;

7) схемы принципиальные электрические соединений блоков и устройств в системах должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.702–75;

8) схемы принципиальные электрические блоков и устройств должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.743–91;

9) схемы принципиальные волоконно-оптических систем должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.761–84;

10) буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2.710–81;

11) сборочные чертежи изделия и его составных частей должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.109–68 и ОСТ 4ГО.052.206. Проекции, виды и разрезы должны давать полное представление о конструкции изделия и его составных частях. Допускается при этом пользоваться упрощениями, изложенными в ГОСТ 2.109–68. Спецификация изделия и входящие в него сборочные единицы должны составляться с учётом требований ГОСТ 2.108–68;

12) чертежи печатных плат должны быть выполнены по ГОСТ 2.417–68 и ГОСТ 23751–79. Предлагаемая дипломником конструкция печатных плат должна обеспечивать возможность применения средств механизации и автоматизации при их изготовлении и последующей обработке.

Все надписи на чертежах и других конструкторских документах (КД) должны выполняться чертежным шрифтом в соответствии с требованиями ГОСТ 2.304–81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Чертежи и КД должны быть представлены на техническом и бумажном носителях информации.

Документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости и т.п.) должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95, ГОСТ 2.106–96, ГОСТ 2.108–68. Содержание, расположение и размеры граф основных надписей, дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1 ГОСТ 2.104–68.

Форматы листов чертежей и схем должны соответствовать ГОСТ 2.301–68. Начертание линий основного назначения выполняются по ГОСТ 2.303–68.

Масштабы изображений изделий и их обозначения должны соответствовать ГОСТ 2.302–68.

1.5. КОМПЛЕКТНОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Комплектность ДП или ДР определяется заданием на ДП (ДР). Возможный вариант комплектности документов соответствует документам, разрабатываемым инженером в типовых ситуациях на этапе технического проектирования в реальных условиях и отражается в табл. 1.

1. Комплектность документов

Шифр документа	Наименование документа	Вид работы		Дополнительные указания
		ДП	ДР	
ДП	Ведомость ДП (ДР)	●	●	Не составляется, если число документов не более одного
	Задание на ДП (ДР)	●	●	
	Календарный план выполнения ДП (ДР)	●	●	
ПЗ	Пояснительная записка	●	●	
ТЗ	Техническое задание	●	●	
Э1	Структурная электрическая схема	●	○	
Э2	Функциональная электрическая схема	●	○	
Э3	Принципиальная электрическая схема	●	○	
ПЭЗ	Перечень элементов	●	○	
ГСА	Граф-схема алгоритма	○	○	
РП	Распечатка программы и результатов расчёта	○	○	

Условные обозначения: ● – документ обязательный; ○ – документ составляется по усмотрению руководителя ДП (ДР).

В комплект входят обязательные (ведомость ДП, задание на дипломное проектирование (дипломную работу), календарный план, ПЗ, ТЗ, схемы) и прочие документы. К прочим документам относятся все документы, необходимые для всестороннего и полного пояснения содержания ДП (ДР) при его (её) защите перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК) (например, эксперимента, экономического обоснования и т.п.)

Если темой ДП является разработка функционального узла, входящего в состав прибора, то представление основного конструкторского документа – спецификации (прил. Н) и сборочного чертежа обязательно, а представление документов, поясняющих промежуточное решение (эскизы размещения радиоэлементов и др.), не обязательно.

Если разрабатываемое изделие содержит органы управления и индикации, то представление документа, поясняющего их размещение, обязательно.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

2.1. При постановке задачи проектирования целесообразно вначале ознакомиться и упорядочить задачу в общем плане, не вникая в технические детали, исходя из входных и выходных величин. Необходимо исследовать будущее изделие в ожидаемых условиях его эксплуатации и определить всю вытекающую из постановки задачи информацию об окружающей среде, функциях и структуре.

При анализе технической проблемы уточнение задачи проектирования возможно в следующей последовательности:

а) определение назначения технического изделия, для чего необходимо письменно сформулировать техническую задачу, определить области применения;

б) уточнение данных о функциях изделия:

• *Взаимодействие с окружающей средой:*

– определить систему «объект–окружающая среда»;

– определить входные и выходные величины, как с точки зрения преобразования входных величин в выходные, так и во взаимодействии объекта с внешней средой;

– определить области значений и допуски на входные и выходные величины.

• *Внутренние процессы при выполнении функций:*

– определить существующие и требуемые частные функции;

– выявить параметры структуры, важные для выполнения функций;

– определить возможные состояния аппаратуры;

– сформулировать соотношения между входными и выходными величинами.

• *Упорядочение функций:*

– выявить различия между величинами, характеризующими функции прибора, и величинами, не относящимися к функциям прибора (условия работы, внешние воздействия);

– определить зависимости между функциями;

– оценить функции по их важности с точки зрения их назначения (основные, вспомогательные и др. функции);

– оценить степень полноты данных о функциях.

2.2. Содержание ДП определяется заданием на дипломное проектирование (ЗДП). ЗДП может содержать как минимум информации относительно проектируемого объекта, например, только название (усилитель биопотенциалов), так и некоторый, недостаточный для составления ТЗ перечень требований как, например, в ЗДП прил. Д.

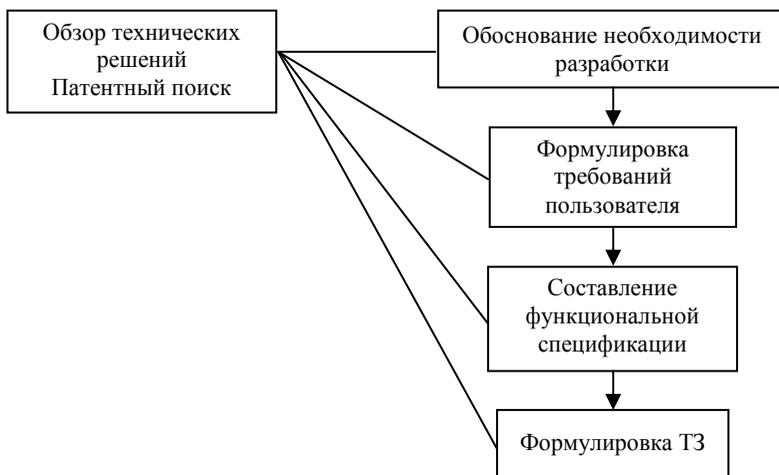


Рис. 1. Схема процесса внешнего проектирования

Так как задание на дипломное проектирование не содержит всех сведений, необходимых для составления ТЗ, то на первом этапе проектирования – внешнем проектировании (рис. 1) формулируется ТЗ.

2.3. Основа внешнего проектирования – правильный учёт современного состояния техники, возможностей технологии, прогноз их развития на период времени, не меньший жизненного цикла объекта. Наряду с техническими факторами необходимы учёт экономических показателей, прогноз стоимости изделия. На основе изучения состояния и перспектив научно-технического прогресса формулируется первоначальный вариант ТЗ.

На этапе внешнего проектирования формулируются требования пользователя и составляется функциональная спецификация.

Требования пользователя определяют, что хочет или в чём нуждается потребитель. Требования пользователя формулируются путём изучения ЗДП, литературы по данному вопросу, патентному поиску.

Функциональная спецификация должна определять, какие функции должны выполняться для удовлетворения требований пользователя и обеспечения взаимодействия (интерфейса) между проектируемой системой и внешней средой. При переходе от требований пользователя к функциональной спецификации может возникнуть необходимость составления «дерева» решений.

Функциональная спецификация включает два основных компонента:

- а) список функций, выполняемых системой;
- б) описание интерфейса.

Таким образом, первый этап проектирования – внешнее проектирование – включает формулировку требований пользователя, составление функциональной спецификации и ТЗ.

2.4. Схема процесса второго этапа проектирования – внутреннего проектирования – приведена на рис. 2. Одним из основных вопросов, решаемых на этапе внутреннего проектирования, является синтез структуры проектируемого объекта.

Структура проектируемого объекта зависит от его функций и определяется расположением элементов структуры и связями между элементами.

Элементы структуры разделяются по уровню сложности (система, прибор, узел, деталь) и для их описания используют различные уровни абстрагирования.

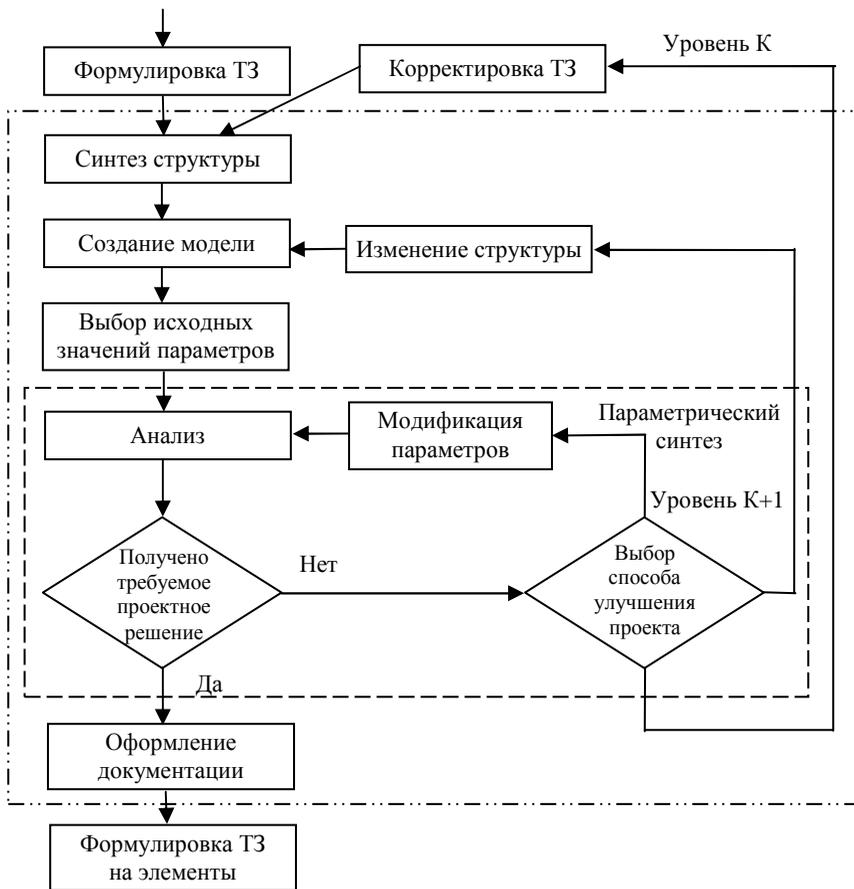


Рис. 2. Схема процесса внутреннего проектирования

При синтезе структуры разработчик мысленно проигрывает все фазы эксплуатации будущего изделия. Определение структуры для заданной функции представляет собой недетерминированный процесс, охватывающий, в общем случае, неограниченное число вариантов. При синтезе структуры часто целесообразно составить «дерево» решений. Неопределённость при синтезе может быть снижена итерационной обработкой информации, а также использованием уже существующих решений или их элементов и сознательным возвращением к исходной ситуации для сравнения полученной и требуемых структур.

2.5. Оценку выполнимости сформулированного ТЗ и рекомендации по его возможной корректировке получают с помощью проектных процедур внутреннего проектирования.

На начальных стадиях проектирования сложных систем имеет место итерационный процесс, в котором выполняются процедуры внешнего и внутреннего проектирования – формулировка ТЗ, его корректировка, оценка выполнимости, прогноз эффективности проекта.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ДОКУМЕНТАМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.1. ВЕДОМОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.1.1. В ведомость ДП записываются все конструкторские документы ДП. Ведомость составляется в соответствии с ГОСТ 2.106–96 (прил. М).

3.1.2. Документация в ведомость записывается в следующей последовательности:

- документация общая;
- документация по сборочным единицам;
- документация по деталям.

Каждый раздел должен состоять из подразделов:

- вновь разработанная;
- примененная.

3.1.3. Графы ведомости должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 2.106–96:

- в графе «*Формат*» указывают формат, на котором выполняются документы;
- в графе «*Обозначения*» указывают обозначение документа;
- в графе «*Наименование*» указывают наименование документа;
- в графе «*Кол. листов*» указывают количество листов, на которых выполнен данный документ;
- в графе «*№ экз.*» указывают номер экземпляра копии данного документа. При отсутствии номеров экземпляров графу прочёркивают;
- в графе «*Примечание*» указывают дополнительные сведения.

3.2. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.2.1. Содержание ПЗ определяется темой ДП; в качестве примера ПЗ может содержать следующие основные разделы:

- обоснование необходимости разработки изделия с учётом медико-технических требований, включая безопасное взаимодействие с био-объектом (ГОСТ 12.2.025–76, ГОСТ Р 50267–92, ГОСТ Р 50326–92, стандарт МЭК, публикация 601-1, 1988 г.);
- синтез и обоснование структуры аппаратуры;
- выбор элементной базы;
- синтез принципиального решения;
- технико-экономическое обоснование разработки изделия;

- общие мероприятия по технике безопасности;
- экологическая справка;
- список использованных источников;
- приложение.

В зависимости от особенностей разрабатываемого изделия отдельные разделы ПЗ (по согласованию с выпускающей кафедрой и руководителем ДП) допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы.

3.2.2. В разделе «*Обоснование необходимости разработки*» разъясняется: или появление потребности, которая может быть удовлетворена разрабатываемым изделием, или более полное удовлетворение известной потребности, или удовлетворение известной потребности меньшими средствами. Заказы на проектирование появляются обычно при обслуживании потребителей, в результате прогнозных исследований, при изучении спроса.

В общем случае задача проектирования характеризуется следующими признаками:

- информацией об окружающей среде, функции или структуре в качестве исходных данных или требований;
- описанием проблемной ситуации, в которой появляется задача: излагается ситуация в виде перечня существующих противоречий, недостатков, описывается потребность в решении задачи.

В разделе приводятся требования потребителя и фиксируются функции разрабатываемого изделия и его взаимодействие с окружающей средой. Так как изделие проектируется на основе информации, содержащейся как в требованиях пользователя, так и в функциональной спецификации, важно, чтобы функции, которые отображают требуемое поведение системы, были описаны достаточно подробно.

Если целью ДП является разработка схемы электрической принципиальной некоторой составной части изделия, то необходимо по структурной схеме изделия показать необходимость разработки этой составной части прежде всего по функциональному признаку. Если причиной разработки являются не новые потребности, а новые возможности, обеспечивающие более полное удовлетворение существующих потребностей, целесообразно показать, что изделие с применением новых элементов (или способов обработки сигналов) обеспечит существенное улучшение качественных показателей (помехоустойчивости, быстродействия, снижения потребляемой мощности и др.) и, как следствие, рост экономической эффективности при производстве и эксплуатации разработки.

3.2.3. В разделе «*Синтез и обоснование структуры аппаратуры*», исходя из требований ТЗ и рекомендаций настоящего раздела, разрабаты-

вается вариант структурной схемы как правило в следующей последовательности:

- производится информационный и патентный поиск, где отражаются краткие данные информационных и патентных исследований по вопросам разработки;

- подбираются альтернативные варианты и принципы работы, оптимальные решения функциональных узлов; приводятся предложения по улучшению известных решений, производится оценка патентоспособности принимаемых решений;

- формируются основные принципы (или алгоритмы) работы изделия, обосновывается его структурная схема, описываются физические процессы преобразования и прохождения информации с выделением принятых новых решений;

- синтезируется структурная схема изделия, где чётко обосновывается принятое решение, производится её анализ.

Раздел может содержать следующие подразделы:

- информационный и патентный поиск возможных инженерных решений;

- основные принципы работы изделия;

- синтез структурной схемы изделия (или группы функциональных узлов);

- функциональный анализ структурной схемы.

В подразделе «*Информационный и патентный поиск*» необходимо привести:

- краткие данные информационных и патентных исследований по вопросам данной разработки;

- анализ оптимальных решений функциональных узлов;

- меры по устранению недостатков в известных решениях;

- оценку патентоспособности принимаемых решений.

В подразделе «*Основные принципы (или алгоритмы) работы изделия*» описываются физические принципы преобразования и прохождения сигнала с выделением участков, требующих принятия новых решений в соответствии с состоянием способов обработки сигналов и элементной базы.

В подразделе «*Синтез структурной схемы изделия*» обосновывается принятое решение на основе известных методов и способов обработки сигналов. В основу синтеза должно быть положено представление синтезируемой схемы совокупностью функциональных узлов (звеньев), реализующих поэлементно алгоритм обработки (формирования) сигнала.

В подразделе «*Функциональный анализ структурной схемы*» функция системы подразделяется на составляющие её функции. Целью дроб-

ления функции системы является проверка правильности разбиения системы на функциональные узлы. Анализ производится в соответствии с известными методами его осуществления.

3.2.4. В разделе «*Выбор элементной базы*» необходимо соотнести возможности современной элементной базы с решением задачи ДП. При этом необходимо предусмотреть возможность применения интегральных микросхем (ИМС) в качестве функциональных узлов разрабатываемого изделия.

Основными принципами выбора цифровых ИМС являются: необходимое быстродействие при минимальной потребляемой мощности, а также наиболее полное использование функциональных возможностей ИМС с высокой степенью интеграции.

Предпочтительным при разработке является применение однотипных полупроводниковых приборов ИМС одной серии и большой степени интеграции.

Не рекомендуется применять в разработке полупроводниковые приборы и ИМС ограниченного применения, а также запрещённые к использованию. Сведения об элементной базе могут быть взяты из соответствующих справочников и проспектов фирм (прайс-листы), полученные по Интернет или в отделе стандартизации ФГБОУ ВПО «ТГГУ».

3.2.5. В разделе «*Синтез принципиального решения*» исходя из требований на разработку, итогов синтеза структурной схемы и выбора элементной базы разрабатывается рабочий вариант проектируемого изделия.

Раздел рекомендуется разделить на подразделы, отражающие последовательность расчёта типовых функциональных узлов изделия и элементов согласования между ними. Основанием для синтеза устройств обработки (формирования) информации (сигналов) является алгоритм обработки. При этом каждому звену алгоритма обработки необходимо привести в соответствие логическую схему (группу схем, БИС) с присущими ей временными диаграммами, поясняющими процесс обработки (формирования) сигнала.

Если в процессе выполнения дипломного проекта разрабатывается электрическая схема, то исходя из требований ТЗ на разработку, итогов синтеза структурной схемы и выбора элементной базы разрабатывается рабочий вариант схемы электрической принципиальной.

Раздел рекомендуется разделить на подразделы, отражающие последовательность расчёта типовых функциональных узлов схемы и элементов согласования между ними.

Расчёт схемы электрической принципиальной в условиях использования аналоговых или цифровых ИМС сводится обычно к (расчёту) выбору пассивных элементов (R , C , L), обеспечивающих необходимый режим

работы по постоянному току и межкаскадное согласование. Выбор типонаминов пассивных элементов необходимо производить в соответствии с существующими рядами по ГОСТ 2.825–67 (прил. Н).

Расчёт схемы электрической принципиальной должен сопровождаться энергетическим расчётом, включающим в себя расчёт токов потребления от используемых источников питания, подводимой мощности и мощности, рассеиваемой активными элементами схемы и резисторами.

Основанием для логического синтеза устройств обработки (формирования) сигналов является ранее разработанный алгоритм обработки. При этом каждому звену алгоритма должна соответствовать логическая схема (группа схем или БИС) с присущими ей временными диаграммами, поясняющими процесс обработки (формирования) сигнала. Логический синтез завершается составлением рабочей принципиальной электрической схемы изделия (системы), кратким её описанием и энергетическим расчётом.

При проведении расчёта особое внимание следует уделить выбору пассивных элементов R , C , L , предотвращающих паразитные связи по шине питания.

3.2.6. Раздел «Технико-экономическое обоснование разработки изделия» может включать в себя следующие подразделы:

- постановка задачи;
- выбор базового образца (аналога) для оценки качества изделия;
- обоснование экономической эффективности разработки;
- технико-экономическая оценка качества изделия.

По согласованию с научным руководителем дипломного проектирования, консультантом по экономическим вопросам и выпускающей кафедрой отдельные подразделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые подразделы.

В подразделе «Постановка задачи» определяется цель оценки качества разрабатываемого изделия. Как правило, при оценке качества выявляется превышение качественных характеристик данной разработки над уровнем качества выбранного эталона (аналога). При этом должен быть выбран метод определения уровня качества изделия (дифференциальный, комплексный, смешанный или какой-либо другой).

В подразделе «Выбор базового образца (аналога) для оценки качества изделия» рассматриваются следующие основные вопросы: обоснование способа выбора базового образца, номенклатура показателей назначения базового образца, номенклатура других показателей, характерных для каждого частного случая и зависящих также от цели оценки качества.

Особое внимание обращается на выбор достаточно универсальных единиц измерения показателей, чтобы иметь возможность сравнения показателей базового образца и новой разработки.

В подразделе «*Обоснование экономической эффективности*» приводятся данные расчёта экономической эффективности разработки и сравнение её с экономической эффективностью эталона. Объём и содержание расчётов в зависимости от темы ДП могут быть изменены дипломником по согласованию с руководителем ДП и консультантом по экономическим вопросам.

3.2.7. В разделе «*Общие мероприятия по технике безопасности*» производится дополнительно оценка изделия с позиций техники безопасности при настройке (проверке) и эксплуатации. Обращается внимание на безопасные методы работы с контрольно-измерительной аппаратурой, используемой при настройке изделия, на величину рабочих напряжений питания схемы изделия, включая первичный источник (сеть 127 В, 220 В, 380 В, однофазная, трёхфазная). Определяется и обосновывается целесообразность заземления или зануления корпусов измерительной аппаратуры и корпусной шины изделия и разрабатываются меры по электробезопасности. Анализируется (особенно при разработке различных усилителей мощности, в том числе и СВЧ) возможность возникновения опасных для здоровья электромагнитных полей, разрабатывается комплекс мер по выбору эквивалентной нагрузки, поглотителей, уменьшающих степень риска для настройщика или эксплуатационника, меры по индивидуальной защите при проведении настроечных и проверочных работ. Разрабатываются мероприятия по безопасным условиям труда и общей санитарии.

3.2.8. В разделе «*Экологическая справка*» даётся справка об излучениях разрабатываемой аппаратуры, а также о применяемых материалах, представляющих экологическую опасность.

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Работа по проектированию начинается с всестороннего анализа задания на дипломное проектирование. При анализе необходимо изучить технические характеристики, конструкцию, опыт производства и эксплуатации ранее созданных отечественных и зарубежных аналогичных изделий и близких по назначению и условиям работы. Полезно провести анализ современной и перспективной элементной базы и её выбор.

В результате должны быть выявлены те позиции и части изделия, по которым можно ориентироваться на апробированные решения, те позиции, по которым необходимо привлечение новых решений, и наконец, те позиции, пути решения которых неясны и требуются предварительное проведение исследований, творческий поиск, изобретения и т.д.

Решение этих вопросов – очень ответственная часть проектирования. От правильного их решения зависит успех проектирования, а в дальнейшем производство и эксплуатация. Оно должно происходить в условиях поиска оптимумов, сравнений вариантов, критики, изучения перспектив развития потребностей общества, возможностей технологии и элементной базы с учётом требующихся затрат времени и труда на проектирование, подготовку производства и т.п.

Техническое задание является основным исходным документом на проектирование, которое устанавливает назначение, требования к показателям качества изделия, технико-экономические и другие требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию. Его разрабатывает проектировщик (студент) и согласовывает с заказчиком (руководителем дипломного проекта).

Расплывчатые формулировки в ТЗ приводят к недоразумениям, спорам и частым изменениям его содержания. Наоборот, чрезвычайно детальные указания сковывают творчество проектировщиков и не позволяют достичь требуемого технического уровня изделия.

4.1. Техническое задание на ДП должно соответствовать ГОСТ Р15.013–94, ГОСТ 15.001–88 и нормативным методическим документам университета. В зависимости от вида, назначения, условий эксплуатации и производства допускается уточнять содержание разделов, вводить новые или объединять отдельные из них. Техническое задание составляется согласно прил. А, Б, и оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым конструкторским документам по ГОСТ 2.105–95 и ГОСТ 2.106–96.

4.2. В разделе «*Наименование и область применения*» указывают наименование и краткую характеристику области применения изделия (использования, эксплуатации). Например: усилитель биопотенциалов.

4.3. В разделе «*Основания для проектирования*» приводят полное наименование документа (документов), на основании которого проектируется изделие. Например, задание на дипломное проектирование.

4.4. В разделе «*Цели и назначения проектирования*» указывают цель проектирования, назначение проекта (создание базового образца, модификации и т.д.) и задачи, решаемые проектированием.

4.5. В разделе «*Источники проектирования*» приводят перечень основных документов, по результатам ранее проведённых работ, которые необходимо использовать при проектировании. Например: отчёты по научно-исследовательским работам (НИР), авторские свидетельства и патенты и т.д.

4.6. Раздел «*Медицинские требования*» (для специальности 200402) должен содержать:

4.6.1. Требования к выполнению изделием функциональных задач в лечебно-диагностическом процессе, производится оценка медицинских последствий нарушения функционирования изделия во время его применения.

4.6.2. Физический, медико-биологический, биохимический и т.д. эффекты или явления, на которых основан принцип действия изделия.

4.6.3. Количество каналов, объектов исследования, рабочих мест, число обслуживаемых пациентов, пропускная способность или производительность изделия.

4.6.4. Требования к средствам установки, контроля и регулирования режимов работы.

4.6.5. Требования к способам и средствам отображения и регистрации медико-биологической информации.

4.6.6. Требования к порядку взаимодействия между персоналом (медицинским, инженерно-техническим) и пациентом в процессе применения изделия.

4.6.7. Требования об отсутствии отрицательных побочных эффектов в результате применения разрабатываемого изделия (при необходимости).

4.6.8. Специальные медицинские требования, определяемые назначением и принципом действия изделия.

4.7. В разделе «*Технические требования*» излагают требования и нормы, определяющие показатели качества и (эксплуатационные) характеристики изделия с учётом действующих стандартов и норм, а также современного технического уровня.

4.7.1. В разделе «*Состав изделия*» указывают основные составные части изделия, а также при необходимости запасные части и принадлежности и эксплуатационные документы.

4.7.2. В разделе «*Показатели назначения*» устанавливаются основные технические параметры изделий, определяющие её техническое совершенство по уровню или степени потребляемого сырья, материалов, топлива, энергии при эксплуатации. Такими параметрами являются, например, чувствительность, диапазон частот, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия и др.

В раздел включают метрологические характеристики средств измерения по ГОСТ 8.009, ГОСТ 22261, ПР 50.2.009–94 и стандартам на виды средств измерений; характеристики энергопитания, временные характеристики рабочего цикла, время готовности (подготовки) к работе.

4.7.3. «*Требования к надёжности*». В общем случае указываются требования к долговечности, безотказности, сохраняемости и ремонтно-пригодности. Требования к надёжности регламентируются в стандартах ГОСТ 27.002–89, ГОСТ 27.001–95, ГОСТ 25359–82, РД 50-707. Указывают класс изделий и(или) его составных частей в зависимости от последствий отказов по ГОСТ Р 50444. Приводятся методы и стадии контроля показателей надёжности.

4.7.4. «*Требования к технологичности*». В соответствии со стандартами ЕСПП приводят требования к технологичности конструкции.

Количественная характеристика технологичности называется показателем технологичности изделия. Показатель, принятый за исходный при оценке технологичности, называется базовым показателем технологичности изделия.

Частный показатель технологичности изделия характеризует одно из входящих в её состав, а комплексный – несколько входящих в неё частных или комплексных свойств.

Главными факторами, определяющими требования к технологичности, являются вид изделия, объём выпуска и тип производства.

Для количественной оценки технологичности разрабатываемого изделия предназначены соответствующие показатели, выбор которых производится в соответствии с ГОСТ 14.201–83.

Оценка технологичности изделия может потребовать больших затрат труда и времени из-за большого числа показателей технологичности. Количественная оценка технологичности рациональна только в зависимости от признаков, которые существенно влияют на качество рассматриваемой конструкции.

4.7.5. «Требования к уровню унификации и стандартизации». Унификация и стандартизация обеспечивает снижение трудоёмкости изготовления аппаратуры и позволяет ускорить и упростить процесс проектирования. Расчёт коэффициентов унификации и стандартизации приведён в прил. И.

4.7.6. «Требования к конструктивному устройству». Приводятся габаритные размеры, масса (объём) изделия, площадь, занимаемая изделием, требования к материалам, полуфабрикатам и комплектующим изделиям, требования к покрытиям и средствам защиты от коррозии, требования к параметрическому и конструктивному сопряжению с другими изделиями для работы в комплексе, требования взаимозаменяемости сменных сборочных единиц и частей, а также специфические конструктивные требования.

4.7.7. «Условия эксплуатации (использования), транспортирования и хранения». Приводятся требования устойчивости разрабатываемого изделия к воздействующим факторам внешней среды, требования устойчивости к климатическим (температура, влажность, атмосферное давление) и механическим (вибрационные, ударные, скручивающие, ветровые и т.д.) воздействиям при эксплуатации по стандартам на виды изделия, требования к воздействиям (медико-биологической) среды применения или (медицинских) условий использования изделия, требования к устойчивости изделия и(или) его составных частей к стерилизации или дезинфекции, требования устойчивости к климатическим и механическим воздействиям при транспортировании, виды транспортных средств, необходимость крепления при транспортировании и защиты от ударов при погрузке и выгрузке, требования к медицинскому и техническому персоналу, требования к периодичности и видам контроля технического состояния, обслуживания.

4.7.8. В разделе «Требования безопасности по стандартам на виды изделия» приводятся требования:

- к уровням шума, радиации, излучений и т.д.;
- к уровню вредных и опасных воздействий, возникающих при работе изделия;
- безопасности при монтаже, использовании, техническом обслуживании и ремонте (при необходимости);
- электробезопасности по ГОСТ 12.1.038–82, ГОСТ 12.1.030–81 (для изделий, имеющих физический или электрический контакт с пациентом по ГОСТ Р 50267.0);

- радиационной, пожаро- и взрывобезопасности (при необходимости для соответствующих видов изделий);
- токсикологические к изделию, материалам и покрытиям (при необходимости);
- к температуре наружной части изделия.

Требования по безопасности установлены системой стандартов безопасности труда и другими нормативными и законодательными актами (например, ГОСТ 12.003–74, ГОСТ 14254–96, ГОСТ 12.2.006–87 и др.).

4.7.9. *«Эстетические и эргономические требования»*. Эргономические требования, требования по обитаемости и технической эстетике к изделиям (системы «человек–машина») должны быть направлены на повышение эффективности деятельности и сохранение здоровья оператора (команды, экипажа), взаимодействующего с изделием за счёт оптимизации: структуры взаимодействия операторов и технических средств; физической, информационной, психологической; умственной нагрузки на оператора; условий деятельности, поддержания и восстановления здоровья и работоспособности оператора; обеспечение соответствия изделия антропометрическим и физиологическим возможностям человека.

Требования по обитаемости должны обеспечивать снижения воздействия на оператора вредных физических, химических, биологических и социально-бытовых факторов на рабочих местах и в обитаемых помещениях с учётом деятельности этого воздействия.

Требования технической эстетики устанавливаются в виде требований по обеспечению художественно-конструктивного проектирования изделия с целью оптимальной реализации в структуре и форме изделий функциональных, технико-конструктивных, эргономических и эстетических требований, а также в виде эстетических требований к характеристикам внешнего строения данного изделия с целью достижения высокого уровня художественной выразительности, рациональности формы и целостности композиции изделия. Перечень эстетических показателей приведён в прил. К. Оценку изделия эстетическим и эргономическим требованиям производят по ГОСТ 20.39.108–85, ГОСТ 21829–76 и др.

4.7.10. *«Требования к патентной чистоте и патентоспособности»*. В раздел включаются требования: по обеспечению патентной чистоты разрабатываемого изделия, а также наличия в разрабатываемом изделии технических решений, защищённых патентами на изобретение, полезную модель, промышленный образец.

4.8. Раздел *«Метрологическое обеспечение»* включает требования:

- к разработке, аттестации и постановке на производство специальных средств поверки, стендовой аппаратуры, стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов при испытаниях и эксплуатации;

– к разработке и включению в состав изделия средств и устройств его калибровки, самоконтроля и диагностики.

4.9. В разделе «*Экономические показатели*» в общем случае указывают ориентировочную эффективность и срок окупаемости затрат на проектирование и освоение производства, цену, предполагаемую годовую потребность в продукции, а также экономические преимущества разрабатываемой продукции по сравнению с лучшими отечественными и зарубежными образцами и аналогами. Примерные сроки амортизации изделий электронной техники приведены в прил. Л.

4.10. Для комплексной оценки уровня и качества продукции в приложении к ТЗ приводятся технико-экономические характеристики (ТЭХ), которые оформляются в соответствии с ГОСТ 2.104–68, ГОСТ 2.105–95 или приводятся таблицы сравнительных данных с аналогами для оценки технического уровня разработки, выполненные по форме 2 и 4 ГОСТ 2.116.

4.11. Содержание разделов ТЗ зависит от вида изделия и определяется разработчиками ТЗ (медико-техническими требованиями).

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Результатом выполненных в ДР исследований являются конкретные рекомендации по их использованию при проектировании медицинских электронных устройств и систем обработки медико-технической информации. Полученные при этом рекомендации могут использоваться непосредственно в рамках ДР. Поэтому исследовательские ДР в отличие от ДП должны отвечать требованиям, предъявляемым к научно-исследовательским работам. Содержательная часть ПЗ должна в целом соответствовать ГОСТ 7.32–81 (2001) (отчёт о НИР).

ПЗ включает следующие основные разделы: введение, аналитический обзор, теоретические исследования, экспериментальные исследования, экономическое обоснование, заключение, список используемых источников, приложение.

Раздел *«Введение»* содержит краткое описание проблемы, которая решается в ДР. Указывается область применения результатов исследования и ожидаемый экономический эффект от их реализации.

В разделе *«Аналитический обзор»* на основании изучения и систематизации научно-технической и патентной литературы анализируется состояние современной проблемы. Выбирается методика и направление исследований, а также пути реализации задания на ДР.

Раздел *«Теоретические исследования»* содержит выбор и обоснование модели исследования. Выявляется и обосновывается методика теоретического анализа. На основании теоретических исследований формулируются рекомендации по проведению эксперимента.

В разделе *«Экспериментальные исследования»* должны быть обоснованы программа и методика эксперимента, выбрано оборудование и экспериментальная техника, определены условия и разработан план эксперимента. С целью оценки достоверности полученных результатов экспериментальные данные обрабатываются методами математической статистики. При значительном расхождении теоретических и экспериментальных результатов должна быть сделана корректировка теоретических исследований или проверена корректность эксперимента.

В разделе *«Экономическое обоснование»* даётся расчёт стоимости научно-исследовательской работы, составляется сетевой график ДР и при возможности проводится расчёт ожидаемого экономического эффекта от внедрения результатов исследования.

В разделе *«Заключение»* подводятся итоги работы, формируются выводы, делается оценка соответствия результатов работы требованиям задания на ДР.

6. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

Рассмотрим новые направления в технологии проектирования современных медицинских приборов, систем и комплексов на примере исследования проблем проектирования медицинских диагностических управляющих вычислительных комплексов (УВК) [1], в том числе анализ базовых электронных компонентов для построения УВК, особенности применения имитационного моделирования и полунатурного моделирования в реальном масштабе времени в системах проектирования УВК.

6.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УВК

Применение современных стандартных технологических компонентов цифровой обработки сигналов с построением мультипроцессорных конфигураций открывает новые возможности для проектирования, внедрения и реализации разнообразных объектно-ориентированных управляющих вычислительных комплексов, способных обеспечить приём и обработку сигнальной информации с последующей визуализацией сложных объектов в реальном масштабе времени. Среди современных средств компьютеризированной управляющей аппаратуры, особенно в медицине, широкое распространение получили системы эхолокации сложных объектов.

Локацией называют определение направления на объект и местоположение объекта по создаваемому им звуковому полю (пассивная локация) или по отражению от него звука, создаваемого специальными устройствами (активная локация). При активной локации пользуются как импульсными, так и непрерывными источниками звука. При локации в импульсном режиме расстояние до объекта определяется по времени запаздывания отражённого эхо-сигнала. При локации в непрерывном режиме можно использовать частотно-модулированный сигнал и определять расстояние по разности частот посылаемого и отражённого сигнала. Пассивная локация шумящих объектов производится узконаправленными приёмниками звука при работе в узкой полосе частот или с помощью корреляционного метода приёма при работе с широкополосными источниками.

В частности, построенные на принципах эхолокации ультразвуковые методы визуализации широко применяются при разных диапазонах частот – от подводной локации и биоэхолокации (частоты до 300 КГц) до акустической микроскопии (от 12 МГц до 1 ГГц и выше). Промежуточное распо-

ложение по частотам занимают ультразвуковая диагностика и терапия, а также неразрушающий контроль в промышленности. Информация о структуре исследуемого объекта закодирована в лучах, которые прошли через него, и в рассеянном излучении. Задача системы визуализации состоит в расшифровке этой информации. В отличие от рентгеновских лучей ультразвуковые волны преломляются и отражаются на границах раздела сред с разными акустическими показателями преломления. Эти эффекты могут быть довольно заметными, что разрешает создать фокусирующие системы.

Ультразвуковые волны распространяются довольно медленно, поэтому при характерных размерах исследуемого объекта легко измерять соответствующее время распространения, которое разрешает использовать эхо-импульсные методы для формирования акустических изображений. С другой стороны, скорость ультразвуковых волн достаточно большая для того, чтобы накапливать и реконструировать всю информацию о виде полного кадра изображения за время около 80 мс. Другими словами, появляется возможность наблюдать движение объектов в динамике.

Современная ультразвуковая диагностика покоится на двух китах: методах получения двумерного изображения и доплеровских режимах [2]. За сравнительно короткий временной отрезок (40 лет) пройден огромный технологический и методический путь. Основные высокотехнологичные инструментальные фирмы Востока и Запада включили в номенклатуру своих изделий ультразвуковые диагностические приборы, и, вкладывая многие десятки миллиардов долларов США, постоянно их совершенствуют и развивают.

В настоящее время ультразвуковое диагностическое оборудование, по данным экспертов из Великобритании, занимает 25% мирового рынка медицинских технологий. Развитие ультразвуковых методов нельзя отрывать от основных проблем медицины – причин возникновения болезней, их ранней диагностики и объективизации эффективности лечения. Несмотря на снижение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (по данным мировой статистики), ситуация с «эпидемией № 1» всё ещё остаётся далеко неблагоприятной, особенно в России.

Современные медицинские ультразвуковые сканеры [3] применяются для визуализации изображений почти всех мягких тканей человеческого организма. Визуализация осуществляется в реальном масштабе времени со скоростью от 20 до 100 кадров в секунду.

Диагностические возможности проектируемых компьютеризованных комплексов и качество получаемых диагностических данных являются ключевыми критериями для оценки потоков сигнальной информации [4, 11].

Одной из главных характеристик ультразвуковой диагностической системы является качество получаемого изображения.

Наиболее многообещающий путь повышения диагностических способностей связан с перспективами получения трёхмерных изображений в реальном времени [5].

Способ трёхмерного представления диагностических данных ориентирован, в основном, на мощные аппаратные возможности, заключающиеся в получении параллельных (или расположенных под заранее заданными углами) магнитно-резонансных, рентгеновских или ультрасонографических срезов с последующим объединением их в единый визуальный массив, в котором «прозрачность» элемента изображения определяется, например, его эхоинтенсивностью.

В частности, специалисты-медики [6] отмечают следующие преимущества трёхмерных реконструированных изображений артерий, полученных с помощью интраваскулярного ультразвукового исследования:

- 1) сосуд может быть рассмотрен с различных сторон;
- 2) можно проследить направление кровотока;
- 3) хорошо видны изменения диаметра сосуда;
- 4) возможно получение сечения сосуда, не совпадающего с плоскостью ультразвукового сканирования;
- 5) с высокой точностью может быть оценено состояние и место расположения внутрисосудистого стента.

Наиболее отчётливые перспективы развития трёхмерного ультразвукового исследования связаны с дистанционным электромагнитным позиционированием ультразвукового преобразователя [5].

Более сложным с методологической точки зрения в трёхмерной ультразвуковой диагностике является проблема автоматизированной текстурной сегментации ультрасонограмм. По мнению медиков, именно корректностью выделения на ультразвуковом изображении экспертно значимых зон определяется общая пригодность трёхмерных диагностических данных [5].

В большинстве современных разработок текстурная сегментация не проводится, так как трёхмерные данные представлены упорядоченным набором двухмерных срезов, обладающих прозрачностью, прямо связанной с величиной отражённого эхосигнала. Очевидно, если в трёхмерном изображении известны координаты его основных текстур, то «полезность» такого изображения многократно возрастает, так как появляется возможность произвольных манипуляций с однородными текстурными зонами, составляющими в этом случае широко применяемые в трёхмерном моделировании параметрические объекты. Такие объекты могут независимо друг от друга

масштабироваться, изменять свою геометрическую конфигурацию и даже анимироваться как составляющие сложной сцены.

Всё более распространяющийся метод визуализации, называемый «SieScare», обеспечивает получение ультразвуковых изображений с расширенным полем зрения обычными датчиками при помощи вычислительного алгоритма, позволяет выявить области совпадения структур последовательно смещаемых изображений, полученных в реальном времени, и синтезировать единую сонограмму [7].

Однако метод прозрачных изображений, преобладающий в настоящее время в трёхмерной реконструкции ультразвуковых данных, вряд ли можно рассматривать как полноценный метод получения трёхмерного изображения. Его можно считать способом усовершенствованного представления двухмерных данных, над которыми выполняются так называемые «растровые преобразования». Специалисты полагают, что построение истинных трёхмерных изображений возможно только при корректной текстурной сегментации исходных ультрасонограмм [8].

Решение задач визуализации диагностической информации требует применения алгоритмов многоканальной параллельной обработки сигнальной информации, в том числе:

- формирования диаграммы направленности фазированной антенной решётки и реализации режима многолучевого приёма;
- согласованной линейной фильтрации в многолучевом приёмном пространстве;
- корреляционного анализа в многолучевом приёмном пространстве (для получения автокорреляционной функции и формирования на её основе доплеровского сигнала от движущихся структур);
- спектрального анализа (энергетического и частотного) по сформированным доплеровским сигналам в многолучевом приёмном пространстве;
- интерполяции сигнала по проецируемым лучам (для достижения требуемой разрешающей способности прибора по геометрическим координатам);
- анализа изображений, в том числе поиск и классификация контуров в плоскостных изображениях, поиск и классификация поверхностей в объёмных изображениях, построение геометрической проекции для формализованных в виде функциональных зависимостей объектов, цветового кодирования поверхностей и объектов, трансформации объектов в изометрии;
- управления всеми режимами работы блока специализированной аппаратуры.

6.2. БАЗОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УВК

Доступные сейчас на рынке микропроцессоры цифровой сигнальной обработки сигналов, предлагаемые ведущими мировыми производителями, позволяют создавать системы сигнальной предобработки больших потоков сигнальной информации на основе мультипроцессорных конфигураций и распараллеливания алгоритмов. При этом микропроцессорные узлы должны не только обеспечивать достаточно высокое быстродействие на операциях сигнальной обработки, но и содержать встроенные средства эффективного межпроцессорного взаимодействия и организации работы с памятью. В этом случае затраты на создание аппаратуры цифровой сигнальной предобработки не превышают 1...2% от рыночной стоимости современного прибора, а основная доля себестоимости приходится на разработку и реализацию прикладных алгоритмов, многоканальную обработку входных сигнальных потоков и построение эффективного пользовательского интерфейса в составе современных компьютерных платформ.

Ведущие мировые производители компонентов цифровой сигнальной обработки предлагают на рынке широкую номенклатуру микропроцессоров, ориентированных на конкретные области применения с учётом специфики задач и применяемых методов.

Например, корпорация AnalogDevices выпускает десятки моделей сигнальных микропроцессоров с различными характеристиками, ориентированными на применение в следующих прикладных областях:

- обработка аудиосигналов;
- обработка речевых сигналов;
- средства коммуникации;
- мультимедийные средства;
- измерительная техника;
- медицинская электроника;
- оптика и обработка изображений;
- системы промышленной электроники.

НТЦ «Модуль» – одна из лидирующих в этой области российских компаний, специализируется на разработке уникальных аппаратных средств цифровой обработки сигналов и изображений и построении на их основе функционально законченных вычислительных комплексов.

Дальнейшее снижение себестоимости разрабатываемых компьютеризованных комплексов достигается за счёт применения современных технологий проектирования, обеспечивающих сквозной цикл разработки

комплекса от алгоритма до готового макета. Подобные интегрированные проектно-технологические комплексы успешно применяются многими зарубежными компаниями и позволяют сократить затраты на проектирование в 3...5 раз.

6.3. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УВК

Имитационное моделирование [9] производится с учетом потребительских требований и особенностей применения разрабатываемого комплекса. В частности, для построения современных комплексов медицинской диагностики учитываются требования к структуре и функциональным возможностям проектируемого комплекса.

Учитывая быстрые темпы развития технологий и динамику развития рыночной ситуации, средства построения имитационных моделей диагностических комплексов должны быть достаточно гибкими и универсальными, позволяющими оперативно вносить изменения в методологическую и технологическую базу построения имитационных моделей и оперативно приводить имитационную модель комплекса к стадии полунатурного моделирования и макетирования.

Основные задачи имитационного моделирования медицинских комплексов с двухмерной и трёхмерной визуализацией приведены в табл. 1. Наиболее подходящими инструментальными средствами являются программные пакеты Simulink, Stateflow [9, 12].

Simulink содержит полный набор моделирующих инструментов быстрой разработки структуры проектируемых систем. К таким инструментам относятся библиотеки блоков, средства иерархического моделирования, средства идентификации сигналов, а также мощный набор пользовательских инструментов для создания, модификации и сопровождения структурных моделей любой степени сложности.

Обширная библиотека стандартных блоков включает в себя более 150 встроенных блоков. Кроме того, имеется возможность создавать библиотеки собственных блоков, содержащих не только описание функций, но и элементы пользовательского интерфейса, такие как иконические обозначения и диалоговые окна.

В системе Stateflow реализован генератор эффективного С-кода, что особенно удобно при проектировании встроенных систем сигнальной обработки или сложных систем предобработки больших потоков сигнальной информации в реальном масштабе времени.

1. Основные задачи имитационного моделирования при разработке компьютеризованных медицинских диагностических приборов, обеспечивающих двухмерную и трёхмерную визуализацию (В-режим, 3D-режим)

Параметры управления	Потребительские требования	Возможности моделирования
Управление датчиками и выбором рабочей частоты	Возможность выбора датчика и рабочей частоты излучаемого сигнала в соответствии со спецификой диагностирования	Моделирование настройки режимов многоканальной обработки сигналов, особенностей излучения/приёма
Управление мощностью излучения в зависимости от глубины и условий наблюдения	Возможность оптимальной настройки УВК в соответствии с режимом диагностирования	Моделирование настройки режимов диагностирования
Управление усилением эхо-сигналов	Возможность оптимального выбора уровня усиления для наблюдения сильных или слабых сигналов в зависимости от режима диагностирования. Равномерность уровня яркости отображения во всём диапазоне глубин	Моделирование процессов управления усилением эхосигналов, компенсации затухания. Оценка приемлемой ошибки квантования по уровню
Управление качеством изображения. Настройка контрастности и яркости. Сглаживание. Подчёркивание контуров. Управление плотностью акустических строк и скоростью развёртки. Масштабирование	Возможность подстройки качества изображения в соответствии с диагностическими режимами, глубиной сканирования, задачами наблюдения движущихся структур и другими особенностями	Моделирование схемы управления сигнальными потоками
Предустановка управляющих параметров	Возможность запоминания оптимальных вариантов сочетания управляющих параметров для типовых режимов диагностирования	Моделирование схемы управления режимами диагностирования. Оценка и выбор оптимальных вариантов схемы

Основные средства, используемые для построения модели:

- применение на одной схеме концепции конечного автомата, диаграммы состояний и диаграммы потоков, таких как E-сети [12];
- поддержка иерархической структуры объектов, параллелизма состояний, комментариев по соединениям объектов или по истории построения модели;
- возможность использования на диаграмме модели традиционных программистских конструкций, таких как оператор цикла или условный оператор;
- планирование переходов и событий с использованием временных операторов («before», «after», «at», «every»);
- графические способы определения функций с использованием блок-схем, обеспечивающие удобство построения, доступа и сопровождения;
- возможность подключения пользовательских и стандартных программ на языке C, имеющих входные и выходные аргументы;
- поддержка полного набора типов данных и операций с фиксированной точкой (при установленном пакете Fixed-PointBlockset);
- поддержка разработки моделей больших сложных систем с помощью иерархической организации с разбиением структурных схем на подструктуры;
- поддержка векторных и матричных типов данных для обеспечения операций ввода–вывода в Simulink.

Особенности процесса моделирования:

- возможность подачи управляющих сигналов для подсистем Simulink, включающихся только при определённых условиях;
- возможность анимации диаграмм Stateflow для визуализации состояния системы и проведения отладки;
- выполнение в процессе моделирования проверок наличия конфликтов переходов, циклических проблем, непротиворечивости состояний, нарушения разрядности и переполнения;
- подключение встроенного отладчика для графической установки контрольных точек, пошагового режима моделирования, просмотра данных и анализа соответствия заданной структуры;
- применение кодировщика Stateflow для генерации кодов обработки целочисленных значений, чисел с фиксированной или плавающей точкой для автономных аппаратных узлов.

Включение в модель собственных блоков. В структурную схему модели Simulink можно включать новые или ранее созданные блоки с описанием функций на языке MATLAB, C.

Наиболее критичные структурные компоненты и функциональные характеристики УВК определяются на основе потребительских требований к качеству отображаемой информации с учётом ограничений реального времени, а краткий перечень возможностей моделирования этих характеристик показан в табл. 2.

2. Основные потребительские требования и задачи имитационного моделирования при разработке компьютеризованных медицинских диагностических приборов

Характеристика	Потребительские требования	Возможности моделирования
Пространственная разрешающая способность. Продольная: взаимное расположение вдоль оси луча. Поперечная: плотность лучей при сканировании	Способность различать малые объекты и структуры, близко расположенные друг к другу	Моделирование процессов сканирования и фокусировки луча с частотой дискретизации оцифрованного сигнала от 4 до 60 МГц
Чувствительность. Способность обнаруживать и наблюдать малые элементы структуры на фоне помех и собственных шумов системы	Определяет максимальную рабочую глубину работы прибора	Моделирование процессов фильтрации полезных сигналов на уровне помех и управления усилением сигнала в зависимости от глубины сканирования
Динамический диапазон. Способность одновременного отображения малых и больших сигналов	Способность выявления небольших диагностически значимых изменений в характеристиках биотканей	Моделирование процессов сжатия и регулировки динамического диапазона: 120 дБ \geq 40 дБ. Определение разрядности оцифрованного сигнала и форматов данных: 8...32 разрядов с учётом необходимой точности
Временная разрешающая способность. Способность системы воспринимать и отображать с достаточной скоростью изменение	Определяет возможность получения информации о движущихся структурах в реальном времени	Моделирование процессов параллельного преобразования множества 64...512 лучей в кадр. Оценка частоты кадров.

Допплеровские методы визуализации и диагностирования движущихся биологических объектов, в частности – кровотока в сосудах [10], требуют применения специальных средств моделирования. Некоторые задачи, возникающие при разработке компьютеризованных комплексов с доплеровской диагностикой, показаны в табл. 3.

3. Основные потребительские требования и задачи имитационного моделирования при разработке компьютеризованных медицинских диагностических приборов с доплеровскими измерениями

Параметры управления	Потребительские качества	Возможности моделирования
Управление диапазоном измеряемых скоростей	Возможность точного определения максимального интервала скоростей кровотока в соответствии с целями диагностического исследования	Моделирование системы управления параметрами спектрального анализа доплеровских частот
Управление интервалом по глубине и измерением контрольного объёма	Возможность точной установки интервала измерения и устранения возможных искажений спектра доплеровских частот	Параметрическое моделирование процессов управления спектральным анализом доплеровских частот
Управление фильтрами пульсаций стенок сосудов	Возможность подавления эхо-сигналов от пульсирующих стенок сердца, сосудов и других движущихся структур, которые порождают артефакты и мешают наблюдать спектр скоростей кровотока	Реализация множества вариантов фильтрации и гибкой схемы управления
Регулировка качества изображения доплеровской спектрограммы	Возможность регулировки сглаживания и разрешающей способности по оси времени и по оси частот	Моделирование множества вариантов алгоритмов сглаживания и гибкой схемы управления
Цветовое кодирование доплеровского спектра	Возможность получения дополнительной информации о кровотоке	Моделирование алгоритмов цветового кодирования спектрограммы в реальном времени

6.4. ПОЛУНАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Полунатурное моделирование выполняется в интерактивном режиме в единой операционной среде реального времени, которая представляет собой комплекс программных модулей, ответственных за подготовку программных модулей процессоров цифровой обработки сигналов, определение режимов мультипроцессорной обработки, планирование и организацию управления процессами в мультипроцессорном модуле в режиме реального времени с помощью ядра операционной системы.

Основным компонентом базовой системы является тред (поток), который исполняет предопределённую функцию и имеет собственную долю системных ресурсов. Ядро реального времени поддерживает многопоточность – среду, в которой одновременно выполняются независимые потоки. Потоки – динамические объекты, которые могут быть созданы и разрушены во время выполнения. Объекты потока могут быть описаны на языке C, C++ или ассемблере. Характеристиками потока являются идентификатор, приоритет и текущее состояние (ожидание, готовность, выполнение или прерывание).

Средство программирования интерфейсов позволяет описывать приложение на независимой платформе с использованием языка высокого уровня (C или C++).

Компоновщик создаёт исполняемые файлы, общедоступные файлы памяти и оверлейные файлы из отдельно собранных объектных и библиотечных файлов.

Тред ядра реального времени реализует принцип инкапсуляции алгоритмов и связанных с ними данных. При инициализации нового проекта понятие треда используется в качестве инструмента описания архитектуры ядра и для уменьшения сложности системы. После того, как проработано множество алгоритмов и сформированы «подалгоритмы» в виде отдельных блоков, приложение может быть разделено на меньшие функциональные узлы, которые могут индивидуально быть запрограммированы и протестированы.

В результате этого создаются многократно используемые программные компоненты. В системе реального времени поведение треда определяется с помощью описания типа треда. Типы являются шаблонами, которые определяют поведение и ресурсы, необходимые всем тредам данного типа. Подобно типам данных в C или C++, типы треда не используются непосредственно, пока не будет создан объект данного типа. Можно создать множество тредов одного типа. Каждый тред определён своими собственными значениями переменных для типа тред, а также имеет собственный стек и собственное время прогона в заданном контексте.

При разметке приложения в треде идентифицируются части проекта, в которых один и тот же алгоритм приложен к многочисленным наборам данных. Когда данные обрабатываются в системе в последовательных блоках, требуется только один экземпляр треда. Если одна и та же операция выполнена с различными наборами данных одновременно, множество экземпляров тредов того же самого типа могут сосуществовать и подвергаться планированию для приоритетного выполнения.

Для взаимодействия прикладной программы с ядром реального времени используется прикладной программный интерфейс, который представляет собой набор библиотечных функций на C/C++ и трансляционных макрокоманд, определяющих услуги ядра для прикладных программ. Эти услуги включают обработку прерывания, управление потоком и управление семафорами. Все приложения используют управляющий код для поддержки алгоритмов, под которыми подразумеваются «реальные» программы. Для алгоритмов требуются данные, которые нужно вводить с периферийных устройств, а многие алгоритмы состоят более чем из одного функционального блока. Для некоторых систем, этот управляющий код может быть таким же простым как «суперцикл», слепо обрабатывая данные, которые расположены по конкретному адресу. Так как процессоры становятся более мощными, более разумное решение для реализации всего потенциала процессора может потребовать такого управления, которое позволит единственному процессору обрабатывать большие программы.

Изложенный здесь поход к проектированию УВК прошёл экспериментальную проверку на рабочей станции, построенной на основе процессоров TigerSHARC и обеспечивающей следующие возможности:

- организацию параллельных цифровых сигнальных потоков между узлом сигнальной предобработки и узлом взаимодействия с внешней средой по 28 каналам в режиме прямого доступа;
- параллельную работу четырёх процессорных узлов с обработкой 8, 16 или 32-разрядных данных с фиксированной точкой или 32 или 40-разрядных данных с плавающей точкой;
- параллельную многоканальную обработку до 32 8-разрядных потоков или до 16 16-разрядных потоков в режиме SIMD;
- одновременное обращение к шести блокам внутрикристалльной памяти по отдельным шинам шириной 128 разрядов каждая;
- межпроцессорные обмены по четырём 8-разрядным линкам, каждый из которых имеет пропускную способность 250 Мбайт/сек, или по шине внешнего порта с пропускной способностью 800 Мбайт/сек и доступом к общей памяти объёмом не менее 32 Мбайт.

Предлагаемый подход к проектированию проблемно-ориентированных УВК имеет следующие преимущества.

1. Возможность проектирования, верификации, оптимизации и отладки в полунатурном режиме реального времени широкой номенклатуры проблемно-ориентированных УВК: от недорогих, компактных и мобильных компьютеризованных приборов с ограниченным числом входных каналов до мощных исследовательских и диагностических станций, обеспечивающих двухмерную и трёхмерную визуализацию сложных динамических объектов в реальном масштабе времени.

2. Максимальное использование стандартизированных технических решений и серийно выпускаемых аппаратных и программных средств позволяет существенно снизить стоимость проектируемого комплекса.

3. Большое разнообразие вариантов проектных решений моделируемых на основе единой аппаратно-программной технологической базе обеспечивает выработку эффективных конфигураций с учётом потребительских требований к проектируемым комплексам и повышает их конкурентоспособность.

Единый технологический проектный цикл позволяет выявлять ключевые архитектурно-программные характеристики прикладных задач экологии в реальном времени и обрабатывать основные архитектурные требования к возможным альтернативным вариантам, включая выбор альтернативных компонентов, таких как процессоры цифровой обработки, предлагаемые другими производителями, или проектирование заказных и полузаказных СБИС.

В целом, изложенные подходы к технологии проектирования объектно-ориентированных управляющих вычислительных комплексов с применением имитационных моделей позволяют существенно сократить сроки и затраты на разработку нового поколения ультразвуковых компьютеризованных приборов с уникальными диагностическими возможностями и распространить опыт проектирования на другие сферы в области создания современных медицинских приборов, систем и комплексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в учебном пособии поставлены и решены следующие задачи:

- сделать процесс проектирования медицинских приборов, систем и комплексов понятным и доступным;
- исключить противоречивость нормативных документов на основе их анализа;
- приблизить учебный процесс проектирования медицинской аппаратуры к реальному;
- повысить качество выпускаемых дипломных проектов и работ и усилить их инженерную составляющую;
- разработать документальное сопровождение процесса дипломного проектирования;
- показать современные тенденции в области проектирования.

Современные технологии в проектировании позволяют разбить весь процесс проектирования не только по этапам, но и по элементам, что создаёт возможность одновременного применения системного подхода и более глубокой инженерной проработки выделенных элементов.

Анализ противоречивых нормативных документов, изданных ещё в 1960-е гг., действие которых не отменено до сих пор, и в настоящее время позволил разработать рекомендации по их адресному применению, что позволило систематизировать материал, содержащийся в нормативных документах.

В учебном пособии сформулированы новые требования по структуре и содержанию дипломных проектов и работ, в частности, выделяются специальная и конструкторско-технологическая части проекта, при этом отводится значительное внимание их инженерному наполнению, особенно разработке разных электрических схем, выбору элементной базы, математическому моделированию, инженерным расчётам и др., что при соблюдении требований нормативной базы позволяет приблизить учебный процесс проектирования медицинской аппаратуры к реальному и, следовательно, повысить качество выпускаемых дипломных проектов и работ.

Разработаны документальное сопровождение процесса дипломного проектирования и требования к содержанию и оформлению отдельных документов, что в значительной степени снижает трудозатраты на оформление выпускных работ. Особое внимание уделяется рекомендациям по разработке чертежей и схем, составляющих графическую часть проектов и работ.

В учебном пособии дан анализ современных направлений в технологии проектирования сложных медицинских приборов, систем и комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управляющие вычислительные комплексы / под ред. Н.Л. Прохорова. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
2. Атьков, О.Ю. Основные тенденции развития ультразвуковых методов диагностики / Атьков, О.Ю // Визуализация в клинике, 2002. – № 20. – С. 19 – 22.
3. Осипов, Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы : практическое руководство для пользователей / Л.В. Осипов. – М. : Видар, 1999. – 256 с.
4. Прохоров, Н.Л. Пути повышения диагностических возможностей ультразвуковых компьютеризированных приборов / Н.Л. Прохоров, И.Д. Стулин, Г.Г. Знайко // Информационные технологии и вычислительные системы, 2003. – № 4. – С. 48 – 52.
5. Панфилов, С.А. Диагностические возможности трёхмерного ультразвукового изображения / С.А. Панфилов и др. // Визуализация в клинике, 2000. – № 16. – С. 37 – 42.
6. Thrush, A.J. An evaluation of the potential and limitations of three-dimensional reconstructions from intravascular ultrasound images / A.J. Thrush, D.H. Evans, S.S. Kutob et al // *Ultrasound Med. Biol.*, 1997, 23(3): 437-45.
7. Troger, J. SieScape – a new dimension of ultrasound imaging in pediatric radiology / J. Troger, K. Darge // *Radiologe*, 1998 May; 38(5): 417-9.
8. Wang, S.L. Quantitation of organ symmetry by diagnostic ultrasonic imaging: a group theoretical approach // S.L. Wang, C.M. Sehgal, M.S. Sutton // *Med. Phys.*, 1995 Oct; 22(10): 1611-8.
9. Потемкин, В.Г. Среда создания инженерных приложений MATLAB / В.Г. Потемкин. – М. : МИФИ, 2002. – 210 с.
10. Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний / под ред. Ю.М. Никитина, А.И. Труханова. – М. : Видар, 1999. – 284 с.
11. Знайко, Г.Г. Ультразвуковые диагностические компьютеризированные приборы для исследования головного мозга, артерий и вен головы и конечностей / Г.Г. Знайко, И.Д. Стулин // *Наукоёмкие технологии*, 2000. – Т. 1. – № 3. – С. 19 – 24.
12. Гультаев, А.К. MATLAB 5.3. Имитационное моделирование в среде Windows : практическое пособие / А.К. Гультаев. – СПб. : КОРОНА, 2001. – 400 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

Кафедра «Биомедицинская техника»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой БМТ

С.В. Фролов

_____ подпись, инициалы, фамилия

« » _____ 2011 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

**на дипломный проект по специальности 200402 «Инженерное дело
в медико-биологической практике» на тему**

**«Разработка информационно-измерительного комплекса
для диагностики ранней глаукомы»**

СОГЛАСОВАНО

Консультанты по разделам:

Конструкторская часть

_____ Е.А. Леонтьев

« » _____ 2011 г.

Руководитель проекта

_____ Е.А. Леонтьев

« » _____ 2011 г.

Экономическая часть

_____ Л.В. Пархоменко

« » _____ 2011 г.

Безопасность жизнедеятельности

_____ Е.А. Сергеева

« » _____ 2011 г.

Дипломник, гр. СИМ-51

_____ Л.А. Серяпина

« » _____ 2011 г.

Экологическая часть

_____ Е.А. Леонтьев

« » _____ 2011 г.

Тамбов 2011 г.

Руководителю сформулировать ТЗ в следующей последовательности:

1. Наименование и область применения.
2. Основание для проектирования.
3. Цель и назначение проектирования.
4. Источники проектирования.
5. Медицинские требования.
6. Технические требования.
 - 6.1. Состав изделия.
 - 6.2. Показатели назначения.
 - 6.3. Требования к надёжности.
 - 6.4. Требования к технологичности.
 - 6.5. Требования к уровню унификации.
 - 6.6. Требования к конструктивному устройству.
 - 6.7. Условия эксплуатации (использования), транспортирования и хранения.
 - 6.8. Требования безопасности по стандартам на виды изделия.
 - 6.9. Эстетические и эргономические требования.
 - 6.10. Требования к патентной чистоте и патентоспособности.
7. Метрологическое обеспечение.
8. Экономическая часть.
9. Безопасность жизнедеятельности.
10. Экологическая часть.

Руководитель проекта
Е.А. Леонтьев

« » _____ 2011 г.

Дипломник, гр. СИМ-51
Л.А. Серяпина

« » _____ 2011 г.

Руководителю сформулировать ТЗ в следующей последовательности:

1. Основание для проведения научно-исследовательских работ.
2. Цель и задачи дипломной работы (ДР).
3. Требования к выполнению ДР.
4. Этапы и сроки проведения ДР.
5. Способ реализации результатов.
6. Перечень технической документации, предъявляемой по окончании ДР.
7. Требования к патентной чистоте и патентоспособности.
8. Метрологическое обеспечение.
9. Экономическая часть.
10. Безопасность жизнедеятельности.
11. Экологическая часть.

Руководитель проекта
Е.А. Леонтьев

« » 2011 г.

Дипломник, гр. СИМ-51
Л.А. Серяпина

« » 2011 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

Кафедра «Биомедицинская техника»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой БМТ
С.В. Фролов

подпись, инициалы, фамилия

« » февраля 2011 г.

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Студент Серяпина Л.А. код 020 группа СИМ-51

1. Тема «Разработка информационно-измерительного комплекса
для диагностики ранней глаукомы»

Утверждена приказом по ТГТУ № _____ от « » марта 2011 г.

2. Срок представления проекта к защите « 5 » июня 2011 г.

3. Исходные данные для дипломного проектирования:

Научные статьи и описания изобретений по теме исследования.

4. Перечень разделов пояснительной записки:

4.1. Современное состояние вопроса разработки комплекса для
диагностики ранней глаукомы.

4.2. Теоретическое исследование и моделирование причинно-
следственных связей в ранней диагностике и развитии глаукомы.

4.3. Разработка структурной схемы и технического обеспечения
комплекса.

4.4. Разработка электрических схем комплекса.

4.5. Разработка программного обеспечения комплекса.

4.6. Экономическая часть проекта.

4.7. Безопасность жизнедеятельности.

5. Перечень графического материала:

5.1. Представление глаза в виде упругого резервуара.

5.2. Показатели для ранней диагностики глаукомы.

5.3. Причинно-следственные связи в диагностике ранней глаукомы.

5.4. Структурная, функциональная и принципиальная электрические
схемы комплекса.

5.5. Схема общего вида комплекса.

5.6. Схема сопряжений приборов комплекса с ПК.

5.7. Программное обеспечение комплекса.

5.8. Информационные окна ПК.

5.9. Прогноз развития глаукомы.

5.10. Расчёт технико-экономических показателей.

Руководитель проекта

06.02.11

Е.А. Леонтьев

подпись, дата

инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Экономическая часть

06.02.11

Л.В. Пархоменко

подпись, дата

инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности

06.02.11

Е.А. Сергеева

подпись, дата

инициалы, фамилия

Задание принял

06.02.11

Л.А. Серяпина

к исполнению студент

подпись, дата

инициалы, фамилия

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

Кафедра «Биомедицинская техника»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой БМТ
С.В. Фролов

подпись, инициалы, фамилия

« » февраля 2011 г.

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНУЮ РАБОТУ

Студент Серяпина Л.А. код 020 группа СИМ-51

1. Тема «Исследование глаукомного процесса и разработка
методики комплексной диагностики ранней глаукомы»

Утверждена приказом по ТГТУ № _____ от « » марта 2011 г.

2. Срок представления проекта к защите « 5 » июня 2011 г.

3. Исходные данные для научного исследования:

Научные статьи и описания изобретений по теме исследования.

4. Перечень разделов пояснительной записки:

4.1. Современное состояние вопроса разработки методики
комплексной диагностики ранней глаукомы.

4.2. Теоретическое исследование причинно-следственных связей
в ранней диагностике и развитии глаукомы.

4.3. Разработка модели процессов ранней диагностики глаукомы.

4.4. Разработка методики комплексной диагностики ранней глаукомы.

4.5. Техническое обеспечение комплекса для диагностики ранней
глаукомы.

4.6. Программное обеспечение комплекса для диагностики ранней
глаукомы.

4.7. Экономическая часть работы.

5. Перечень графического материала:

5.1. Представление глаза в виде упругого резервуара.

5.2. Показатели для ранней диагностики глаукомы.

5.3. Влияние параметров гемодинамики и гидродинамики
на величину ВГД.

5.4. Предрасполагающие факторы перехода глазной гипертензии
в ПОУГ (6 лет).

5.5. Зависимость ВГД от возраста пациента.

5.6. Зависимость ВГД от артериального давления.

5.7. Зависимость ВГД от объёмной скорости кровотока.

5.8. Зависимость ВГД от перфузионного давления.

5.9. Структурная схема комплекса ранней диагностики глаукомы.

5.10. Технико-экономическое обоснование выбора комплектующих
и деталей.

Руководитель работы

06.02.11

Е.А. Леонтьев

подпись, дата

инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Экономическая часть

06.02.11

Л.В. Пархоменко

подпись, дата

инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности

06.02.11

Е.А. Сергеева

подпись, дата

инициалы, фамилия

Задание принял

06.02.11

Л.А. Серяпина

к исполнению студент

подпись, дата

инициалы, фамилия

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»
Кафедра «Биомедицинская техника»**

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой БМТ
С.В. Фролов

подпись, инициалы, фамилия

« » февраля 2011 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения дипломного проекта (работы)

Студент Серяпина Л.А. группа СИМ-51
 Специальность 200402 «Инженерное дело в медико-биологической
практике»
 Тема проекта (работы) _____

Срок дипломного проектирования утверждён приказом по ТГТУ № ____ от
 « » марта 2011 г.

№ п/п	Наименование разделов и тем	Срок выполнения	Фактически выполнено Подпись руководителя

Образец листа календарного плана

Руководитель проекта
(работы)

06.02.11
подпись, дата

Е.А. Леонтьев
инициалы, фамилия

Консультант по
конструкторской части

06.02.11
подпись, дата

Е.А. Леонтьев
инициалы, фамилия

Календарный план принял
к исполнению студент

06.02.11
подпись, дата

Л.А. Серяпина
инициалы, фамилия

РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТОВ УНИФИКАЦИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

Коэффициент унификации сборочных единиц рассчитывается по формуле

$$K_{ye} = E_{yi} / E_i ,$$

где E_{yi} – количество унифицированных сборочных единиц в изделии;
 E_i – количество сборочных единиц в изделии.

Коэффициент унификации деталей рассчитывается по формуле

$$K_{yd} = D_{yd} / D_i ,$$

где D_{yd} – количество унифицированных деталей, являющихся составными частями изделия, и не входящие в E_{yi} ; D_i – количество деталей, являющихся составными частями изделия (стандартные крепёжные детали не учитываются).

Коэффициент стандартизации изделия:

$$R_{ст.и} = (E_{ст.и} + D_{ст.и}) / (E_i + D_i) ,$$

где $E_{ст.и}$ – количество стандартизированных сборочных единиц в изделии;
 $D_{ст.и}$ – число стандартизированных изделий, являющихся составными частями проектируемого изделия, и не входящие в $E_{ст.и}$.

Коэффициент стандартизации сборочных единиц равен

$$R_{ст.е} = E_{ст.и} / E_i .$$

Коэффициент стандартизации деталей рассчитывается по формуле

$$R_{ст.д} = D_{ст.и} / D_i$$

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Таблица К.1 – Эстетические показатели

Группы показателей	Единичные показатели (знаковые)
Информационная выразительность	<ul style="list-style-type: none"> – оригинальность; – стилевое соответствие; – соответствие моде
Рациональность формы	<ul style="list-style-type: none"> – функционально-конструктивная обусловленность; – эргономическая обусловленность
Целостность композиции	<ul style="list-style-type: none"> – организованность объёмно-пространственной структуры; – тектоничность; – пластичность; – упорядоченность графических изобразительных элементов
Совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида	<ul style="list-style-type: none"> – чистота выполнения контуров и сопряжений; – тщательность покрытий и отделки; – чёткость исполнения фирменных знаков и сопроводительной документации; – устойчивость к повреждениям.

ПРИМЕРНЫЕ СРОКИ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ

Таблица Л.1 – Примерные сроки автоматизации изделий

№	Наименование	Сроки
1	Радиоизмерительные приборы	10 лет
2	Электроизмерительные приборы	15 лет
3	Бытовые радиоизмерительные приборы	8 лет
4	ЭВМ	14 лет
5	Устройства телесигнализации и телеуправления	12 лет

ВЕДОМОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

The diagram shows a form for a diploma project list. The overall dimensions are 297 units in height and 210 units in width. The form is divided into a header section and a main table section. The header section is 20 units high and contains the following columns: '№ строки' (row number), 'Формат' (format), 'Обозначение' (designation), 'Наименование' (name), 'Кол. листов' (number of sheets), '№ экз.' (number of copies), and 'Примечание' (remarks). The main table section is 20 units high and contains 24 rows. The first row is numbered 1, and the last row is numbered 24. The table is divided into columns with widths: 8, 70, 54, 8, 8, 20, and 5. The text 'Форма ведомости технического предложения (ПТ), эскизного (ЭП) и технического (ТП) проектов (заглавный лист)' is printed in the 20th row. The text 'Основная надпись по ГОСТ 2.104-68' is printed in the 24th row. The text 'Дополнительные графы по ГОСТ 2.104-68' is printed vertically on the left side of the 17th to 24th rows. The text 'Копировал' and 'Формат А4' are printed at the bottom right of the form.

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2						
3						
4						
5	8	70	54	8	8	20
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

Форма ведомости
технического предложения (ПТ),
эскизного (ЭП) и технического (ТП)
проектов
(заглавный лист)

Основная надпись по ГОСТ 2.104-68

Копировал Формат А4

ВЕДОМОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

The diagram shows a table with the following dimensions and layout:

- Overall height: 297
- Overall width: 210
- Table height: 200
- Table width: 200
- Header height: 20
- Row height: 8
- Column widths: 8, 70, 64, 8, 8, 20
- Margin: 5
- Vertical label on the left: *Дополнительные графы по ГОСТ 2.104-68*
- Text in row 19: *Форма ведомости*
- Text in row 20: *технического предложения (ПТ),*
- Text in row 21: *эскизного (ЭП) и технического (ТП)*
- Text in row 22: *проектов*
- Text in row 23: *(последующий лист)*
- Text in row 24: (blank)
- Text in row 25: (blank)
- Text in row 26: (blank)
- Text in row 27: (blank)
- Text in row 28: (blank)
- Text in row 29: (blank)
- Text at the bottom: *Основная надпись по ГОСТ 2.104-68*
- Text at the bottom right: *Копировал* and *Формат А4*

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7	8	70	64	8	8	20
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						Форма ведомости
20						технического предложения (ПТ),
21						эскизного (ЭП) и технического (ТП)
22						проектов
23						(последующий лист)
24						
25						
26						
27						
28						
29						

ВЕДОМОСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

М1. Ведомости ДП (ДР) составляют по форме прил. М. В ведомость записывают все конструкторские документы, вновь разработанные для данного ДП (ДР) и применённые из других проектов и рабочей документации на ранее разработанные изделия. При этом записывают только те документы, которые являются необходимыми и достаточными для рассмотрения и утверждения данного проекта (работы).

М2. Запись документов в ведомость ДП (ДР) производят по разделам в следующей последовательности:

- документация общая;
- документация по сборочным единицам.

Каждый раздел должен состоять из подразделов:

- вновь разработанная;
- применённая.

Наименования разделов и подразделов записывают в графе «Наименование» в виде заголовков. Наименования разделов подчёркивают.

М3. В раздел «Документация общая» записывают документы, относящиеся к основному комплекту документов изделия.

В раздел «Документация по сборочным единицам» записывают документы, относящиеся к составным частям проектируемого изделия.

При наличии в техническом проекте деталей их записывают после сборочных единиц. Перед перечислением деталей помещают заголовок «Документация по деталям».

В подраздел «Вновь разработанная» записывают документы, разработанные для проектируемого изделия.

В подраздел «Применённые» записывают документы, применённые из других проектов и из рабочей документации других изделий.

Документы в каждом подразделе записывают в порядке, аналогичном установленному в разделе ЛЗ.

М4. Графы ведомости заполняют следующим образом:

– в графе «формат» указывают формат, на котором выполнен документ. Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звёздочку со скобкой», а в графе «Примечание» перечисляют все форматы в порядке их увеличения;

- в графе «Обозначение» указывают обозначение документа;
- в разделе «Документация общая» – наименование документов, например, «Чертёж общего вида», «Габаритный чертёж», «Пояснительная записка»;
- в разделе «Документация по сборочным единицам» – наименование изделия и документа в соответствии с основной надписью, например, «Гидроцилиндр. Чертёж общего вида», «Пульт управления. Габаритный чертёж», «Механизм подачи. Схема электрическая принципиальная»;
- в графе «Кол.листов» указывают количество листов, на которых выполнен данный документ;
- в графе «№ экз.» указывают номер экземпляра копии данного документа. При отсутствии номеров экземпляров графу прочёркивают;
- в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения.

При разработке принципиальной электрической схемы необходимо приложение перечня (спецификации) элементов. Образец спецификации приведён ниже.

ТРЕБОВАНИЯ ГОСТ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДП (ДР)

Общие требования к оформлению квалификационных работ (дипломных проектов и работ, научных работ) регламентируются ГОСТ 7.32–2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

По ГОСТ 7.32–2001 текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта – чёрный. Размер шрифта (кегель) – не менее 12. Обычная практика – кегль 14. ГОСТ не определяет тип шрифта, но обычно – Times New Roman.

Размеры полей: правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм, левое – не менее 30 мм.

Страницы работы нумеруются арабскими цифрами (верхняя нумерация – сквозная по всему тексту, нижняя – в пределах отдельного документа: ПЗ, Приложение А и т.д.). Номер страницы по верхней нумерации ставится справа в верхней части листа без точки. Листы, начиная с титульного и до листа «Содержание», включаются в общую нумерацию, но номера на них не ставятся.

Как оформлять заголовки?

По ГОСТ 7.32–2001 структурными элементами ПЗ являются: аннотация, содержание, введение, основная часть (содержит «Специальную часть», «Конструкторско-технологическую часть», «Экономическую часть» и др.), заключение, список использованных источников, приложение. По ГОСТ 7.32–2001 заголовки структурных элементов работы располагают в середине строки без порядковой нумерации и без точки в конце и печатают заглавными буквами без подчёркивания. Если «Основная часть» ДП (ДР) делится на составляющие части, то их обозначают порядковыми номерами. Каждый структурный элемент следует начинать с новой страницы. В этом случае заголовки разделов (глав), а при дальнейшем дроблении текста, заголовки параграфов, пунктов и подпунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчёркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Если «Основная часть» ДП (ДР) не делится на составляющие части, то разделы (главы) можно рассматривать в качестве структурных элементов работы и их заголовки в тексте оформлять как заголовки структурных элементов.

Номер параграфа состоит из номеров главы и параграфа в главе, разделённых точкой. В конце номера точка не ставится. Аналогичным образом нумеруются и пункты в параграфе (например: 2.4.2. Анализ результатов). В принципе, допускается наличие в разделе (главе) всего одного параграфа, а в параграфе – одного пункта. В этом случае параграф и пункт всё равно нумеруются.

Размер абзацного отступа, как и расстояния между заголовками, ГОСТ 7.32–2001 никак не регулирует, но можно ориентироваться на ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам», по которому абзацный отступ равен пяти ударам пишущей машинки (или 15...17 мм); при использовании ПК – 1,25 см.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 или 4 интервалам (16 мм). Если ПЗ напечатаны интервалом 1,5, то это значит, что расстояние между заголовком и текстом равно одной пустой строке. Расстояние между заголовками раздела (главы) и параграфа – 2 интервала (8 мм).

Как оформлять содержание?

По ГОСТ 7.32–2001 заголовок «СОДЕРЖАНИЕ» пишется заглавными буквами посередине строки.

Содержание включает введение, наименование всех разделов (глав), параграфов, пунктов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц по верхней нумерации, с которых начинаются эти элементы работы.

По ГОСТ 2.105–95 наименования, включённые в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Как оформлять рисунки?

По ГОСТ 7.32–2001 на все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённых точкой (например: Рисунок 1.1). Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. По ГОСТ можно ограничиться только номером (т.е. оставить, например, подпись: Рисунок 2), но ВУЗы практически всегда требуют ещё и название (например: Рисунок 2 – Структурная схема). Точка в конце названия не ставится.

Если в работе есть приложения, то рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Рисунок А.3).

Как оформлять таблицы?

По ГОСТ 7.32–2001 на все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделённых точкой (например: Таблица 1.2)). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Таблица В.2). Слово «Таблица» пишется полностью. Наличие у таблицы собственного названия по ГОСТу не обязательно, но ВУЗы требуют его всегда. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с её номером через тире (например: Таблица 3 – Доходы фирмы). Точка в конце названия не ставится.

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью, при этом нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую первую часть таблицы, не проводят. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы (например: Продолжение таблицы 1).

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается.

Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Как оформлять формулы и уравнения?

По ГОСТ 7.32–2001 формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Над и под каждой формулой или уравнением нужно оставить по пустой строке. Если уравнение не умещается в одну

строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (×), деления (:) или других математических знаков, причём этот знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «×».

Если нужны пояснения к символам и коэффициентам, то они приводятся сразу под формулой в той же последовательности, в которой они идут в формуле.

Все формулы нумеруются. Обычно нумерация сквозная. Номер представляется арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

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

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделённых точкой, например: (1.4).

Формулы в приложениях имеют отдельную нумерацию в пределах каждого приложения с добавлением впереди обозначения приложения, например: (В.2).

Допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом чёрными чернилами.

Как оформлять перечисления?

По ГОСТ 7.32–2001 перед каждым перечислением следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ь).

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

- а) _____
- б) _____
- 1) _____
- 2) _____
- в) _____

Как оформлять приложения?

По ГОСТ 7.32–2001 в тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

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, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность (например: ПРИЛОЖЕНИЕ Б). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы и т.д., которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Верхняя нумерация страниц приложений и основного текста должна быть сквозная.

Как оформлять список литературы?

По ГОСТ 7.32–2001 список литературы должен называться «Список использованных источников». По ГОСТ 7.32–2001 сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Однако в таком контексте указанный список подразумевает не собственно список литературы, а список ссылок. Список же ссылок регламентируется специальным ГОСТ – ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления», который особо разграничивает список ссылок и список литературы. При этом ГОСТ Р 7.0.5–2008 не даёт указаний по оформлению списка литературы. Таким образом, на сегодняшний день, вопрос об оформлении списка литературы (или списка использованных источников) остаётся открытым, т.е. на усмотрение ВУЗа или автора работы.

В целом, к списку литературы предъявляются требования, обозначенные следующими стандартами: ГОСТ 7.1–84; ГОСТ 7.1–2003; ГОСТ 7.80–2000; ГОСТ 7.82–2001; ГОСТ Р 7.0.5–2008 ; ГОСТ 7.12–1993; ГОСТ 7.9–1995 (ИСО 214–76). Анализ ГОСТ показывает, что сведения об источниках следует располагать или в порядке появления ссылок на источники или в алфавитном порядке по фамилиям авторов (сначала отечественных, а затем зарубежных, также в алфавитном порядке). Источники на иностранных языках, не имеющие к настоящему времени перевода на русский язык, приводятся в оригинальной транскрипции

[Приложение П]. Порядковый номер ссылки на источник приводится в конце предложения в квадратных скобках.

Структура списка литературы.

Государственного стандарта по оформлению списка литературы нет, но существует общепринятая практика. Например, принято источники в списке литературы располагать в алфавитном порядке (относительно заголовка библиографической записи соответствующего источнику). При этом независимо от алфавитного порядка впереди обычно идут нормативные акты. Исходя из этого можно считать устоявшимся правилом следующий порядок расположения источников:

- нормативные акты;
- книги;
- печатная периодика;
- источники на электронных носителях локального доступа;
- источники на электронных носителях удалённого доступа (т.е. Интернет-источники).

В каждом разделе сначала идут источники на русском языке, а потом – на иностранных языках (также в алфавитном порядке).

По ГОСТ 7.1–2003 описание «Библиографической ссылки» содержит ряд областей:

- область заглавия и сведений об ответственности (название и ФИО автора или редактора);
- область издания (особенности данного издания по отношению к предыдущему изданию того же произведения);
- область специфических сведений;
- область выходных данных (место издания, издательство, дата издания);
- область физической характеристики (объём материала, размеры и пр.);
- область серии (заглавие серии, ФИО редактора серии, международный стандартный номер серии ISSN и др.);
- область примечания;
- область стандартного номера (или его альтернативы) и условий доступности.

В большинстве студенческих работ не все эти области востребованы. Как правило, достаточны области 1, 2, 4 и частично 5.

Области описания отделяются друг от друга точкой и тире (точка, пробел, тире, пробел). В конце библиографического описания ставится точка.

При составлении библиографического описания можно применять сокращение слов и словосочетаний, пропуск части элемента и другие приёмы сокращения. Главным условием сокращения слов является однозначность их понимания и обеспечение расшифровки.

Что ставить сначала – имя автора или название документа?

Оформление заголовка библиографической записи регламентируется ГОСТ 7.80–2000 «Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления».

Если у документа есть конкретные авторы, то впереди описания приводят имя автора. При наличии двух и трёх авторов, как правило, указывают только имя первого. Если авторов четыре и более, то описание документа начинается с названия, а авторы идут после него через косую черту.

Имя автора приводят в форме, получившей наибольшую известность.

Фамилия приводится в начале библиографической ссылки и, как правило, отделяется от имени (имён), имени и отчества, инициалов запятой. После приведённого ФИО ставится точка.

Ковалёва, Анна Николаевна.

Рубенс, Питер Пауль.

Семёнов, А.И.

Как оформлять области издания, выходных данных и физической характеристики источника?

Издательство или распространителя приводят после сведений о месте издания, к которому оно относится, и отделяют двоеточием (пробел, двоеточие, пробел). Сведения приводят в том виде, как они указаны в источнике информации, кавычки у названия издательства опускаются.

В качестве даты издания приводят год публикации документа, являющегося объектом описания. Год указывают арабскими цифрами, ему предшествует запятая.

Сведения об объёме приводят теми цифрами (римскими или арабскими), которые использованы в объекте описания.

Например: . – М. : Радио и связь, 2006. – 285 с.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ РАБОТ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ

С.1. Область применения

Настоящие рекомендации применяются совместно с СТП ТГТУ 07–97 «Дипломные и курсовые проекты (работы). Правила оформления» (изд. 2005) для выполнения выпускных работ (дипломных проектов и работ, квалификационных работ бакалавров, магистерских диссертаций) в электронном виде.

Кроме того, рекомендации можно применять для выполнения в электронном виде курсовых проектов и работ, отчётов по практике и других документов, у которых есть разделение документа на содержательную и реквизитную части.

С.2. Нормативные ссылки

Для выполнения данных рекомендаций использованы следующие нормативные документы:

ГОСТ 2.004–88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ;

ГОСТ 2.102–68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов;

ГОСТ 2.104–2006 ЕСКД. Основные надписи;

ГОСТ 2.051–2006 ЕСКД. Электронные документы. Общие положения;

ГОСТ Р 34.10–2001. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процедура выработки и проверки электронной цифровой подписи на базе ассиметричного криптографического алгоритма.

С.3. Термины и определения

С3.1. *Электронный документ* – документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемым программно-техническим средством.

С3.2. *Первичный документ* – документ, который может быть использован как исходный для получения документа другого вида (вторичных документов).

С3.3. *Вторичный документ* – документ, который может быть получен из документа другого вида.

Примечание – несколько вторичных документов может быть получено из одного первичного документа. Один вторичный документ может

быть получен из нескольких первичных документов (в том числе различных видов).

С3.4. Форма внешнего представления – воспроизведение электронного документа на экране дисплея, бумажном носителе или ином аналогичном носителе в понятном для визуального обозрения и пригодном для восприятия человеком форме.

С3.5. Твёрдая копия – полученная на устройствах вывода ЭВМ, надлежащим образом удостоверенная форма внешнего представления электронного документа, выполненная на бумажном носителе.

С3.6. Целостность документа – состояние документа, при котором после его выпуска ни в содержательную, ни в реквизитную части не вносилось никаких изменений.

С3.7. Электронный носитель – материальный носитель, используемый для записи, хранения и воспроизведения информации, с помощью вычислительной техники.

С.4. Сокращения

В настоящих рекомендациях использованы следующие сокращения:

ДЭ – электронный документ;

УЛ – информационно-удостоверяющий лист;

ЭЦП – электронная цифровая подпись.

С.5. Общие положения

С5.1. ДЭ выполняют на стадии разработки выпускной работы в результате автоматизированного проектирования или преобразования документов, выполненных на бумажном носителе, в электронную форму, позволяющие после преобразования использовать для работы как текстовые, так и графические программы.

С5.2. ДЭ имеет два представления – внутреннее и внешнее.

Во внутреннем (подлинном) виде ДЭ существует только в виде записи информации, составляющей электронный документ, на электронном носителе и воспроизводимом только программно-техническими средствами.

Внешним является представление ДЭ в доступном для визуального восприятия форме. Для получения формы внешнего представления внутреннее представление ДЭ должно быть преобразовано к требуемому виду различными техническими средствами отображения данных (дисплеями, печатающими устройствами и др.)

С5.3. ДЭ состоит из двух частей: содержательной и реквизитной.

Содержательная часть состоит из одной или нескольких информационных единиц, содержащих необходимую информацию о документе. Содержательная часть может состоять отдельно или в любом сочетании из

ритный чертёж в электронном виде и т.д. (структура в зависимости от задания);

– каждый графический файл должен иметь название и обозначение, например: *Схема электрическая структурная ТГТУ.200402.024 2Д-Э1*;

– в зависимости от вида выпускной работы, структура может быть разной: например, когда нет графической части, а текстовая часть состоит из нескольких текстовых документов, используется папка текстовых электронных документов; если выпускная работа состоит из одного текстового документа, выпускная работа в электронной форме записывается одним файлом с названием и обозначением выпускной работы.

С5.4. Все реквизиты ДЭ, значением которых является подпись, выполняются в виде ЭЦП по ГОСТ Р 34.10–2001. Порядок использования ЭЦП и применяемые программно-технические средства в пределах одной организации устанавливаются в зависимости от наличия конкретного информационного, программного и организационного обеспечения.

С5.5. Допускается при выпуске ДЭ выполнять реквизитную часть в форме информационно-удостоверяющего листа (УЛ). В наших рекомендациях рассматривается вариант выпуска электронного документа с выполнением реквизитной части в форме информационно-удостоверяющего листа. Рекомендуемая форма УЛ приведена в прил. С.1.

С.6. Правила выполнения информационно-удостоверяющего листа

С6.1. УЛ используется для сопровождения выпуска одного документа, нескольких документов или комплекта документов.

Если УЛ выпускают на ДЭ, то ему присваивают обозначение ДЭ на это изделие с добавлением кода УЛ.

Например, ТГТУ.200402.006 УЛ.

С6.2. В УЛ указывают обозначения ДЭ, к которым он выпущен, фамилии и подлинные подписи лиц, разрабатывающих, согласовывающих и утверждающих соответствующий ДЭ. Подпись лица, разрабатывающего ДЭ и УЛ, и нормоконтролёра являются обязательными. В случае недостатка количества строк для подписей допускается увеличение их количества. Образец заполнения информационно-удостоверяющего листа представлен на примере дипломного проекта [прил. С.1].

УЛ лист хранится вместе с ДЭ.

С.7. Правила разработки, защиты выпускной работы и сдача её в архив

С7.1. Для разработки выпускной работы в электронном виде – далее ДЭ, руководителем разработчику выдаётся задание (форма по СТП ТГТУ 07–97).

Выполняя работу, разработчик (студент) использует программы, позволяющие осуществить проверку со стороны руководителя и нормоконтролёра.

При выполнении работы разработчик (студент) подписывает УЛ на титульный лист, задание и отдаёт ДЭ с УЛ нормоконтролёру кафедры БМТ на нормоконтроль. Проверив ДЭ, нормоконтролёр защищает документ от редактирования и разрешает студенту копировать ДЭ на оптический одноразовый диск (рис. С.2).



Рисунок С.2 – Надпись на оптическом диске

На оптическом диске должно быть написано обозначение документа и поставлена подпись нормоконтролёра.

На рецензию и на отзыв разработчик представляет документ в удобной для проверки форме. Допустимо представлять копию в бумажной форме вместе с ДЭ, если это нужно для рецензии.

Защита выпускной работы осуществляется в удобной для наглядного восприятия форме, в виде презентации с использованием оборудования (компьютера, проектора, экрана), а также с представлением документа в бумажной форме.

После защиты выпускной работы в архив сдаётся первичный документ в электронной форме на оптическом диске и на бумажном носителе (позже документ на бумажном носителе уничтожается) в соответствии со следующим перечнем [прил. С.1].

1. Электронный документ на оптическом одностороннем диске с обозначением документа и подписью нормоконтролёра.

2. Информационно-удостоверяющий лист в бумажной форме на все документы, имеющие подписи.

3. Рецензия и отзыв (для выпускных работ).

4. Перечень документов, сдаваемых в архив кафедры БМТ.

5. Бумажный конверт формата А4 (этикетка оформляется в соответствии с СТП ТГТУ 07–97, наклеивается посередине вдоль длинной стороны конверта, клапан которого должен находиться сверху) (Рис. С. 3).

Все документы укладываются в конверт и сдаются в Архив кафедры.



Рисунок С.3 – Оформление конверта

С.7.2 Аналогичным является представление документов для защиты магистерских диссертаций, бакалаврских работ, курсовых проектов и работ. Все документы должны иметь обозначения (шифр) согласно СТП ТГТУ 07–97 (изд. 2005 г.), совпадающие с обозначением в УЛ.

**ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УДОСТОВЕРЯЮЩЕГО ЛИСТА
ДЛЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ**

Номер п/п	Обозначение документа	Наименование документа, вид документа		Примечание	
				Обозначение основного документа	
	Цель выпуска	Дата выдачи задания	Дата защиты		
	Разработка дипломного проекта				
	Разработал				
	Проверил				
	Т. контроль				
	Н. контроль				
	Утвердил				
			Лист	Листов	

Номер п/п	Обозначение документа	Наименование документа, вид документа		Примечание
1				Обозначение основного документа
	ТГТУ.200402.006 ТЭ-ТЛ	Разработка диагностического комплекса концентрации глюкозы. Титульный лист пояснительной записки	БМТ гр. СИМ-51	ТГТУ.200402.006 ДЭ
	Цель выпуска	Дата выдачи задания	Дата защиты	
	Разработка дипломного проекта	06.02.2011	17.06.2011	
	Разработал	Медикова О.А.		
	Проверил	Глинкин Е.И.		
	Эк. часть, конс.	Пархоменко Л.В.		
	БЖД, конс.	Сергеева.Е.А.		
	Н. контроль	Леонтьев Е.А.		
	Утвердил	Фролов С.В.		

Номер п/п	Обозначение документа	Наименование документа, вид документа		Примечание
3				Обозначение основного документа
	ТГТУ.200402.006 ТЭ-ПЗ	Разработка диагностического комплекса концентрации глюкозы. Пояснительная записка	БМТ гр. СИМ-51	ТГТУ.200402.006 ДЭ
	Цель выпуска	Дата выдачи задания	Дата защиты	
	Разработка дипломного проекта	06.02.2011	17.06.2011	
	Разработал	Медикова О.А.		
	Проверил	Глинкин Е.И.		
	Т. контроль			
	Н. контроль	Леонтьев Е.А.		
	Утвердил	Фролов С.В.		

Примечание: Информационно-удостоверяющие листы оформляются на все виды текстовых и графических документов, на которых имеются подписи.

Перечень документов, сдаваемых в архив кафедры БМТ

№ п/п	Название документа	Обозначение документа	Кол-во, шт.	Кол-во, листов
1	Дипломный проект на CD	ТГТУ.200402.006 ДЭ	1	–
2	Информационно-удостоверяющий лист	ТГТУ.200402.006 УЛ	1	10
3	Рецензия	–	1	1
4	Отзыв	–	1	1

Дипломный проект сдал
согласно перечню
студент гр. СИМ-51
О.А. Медикова
«__» _____ 2011 г.

Дипломный проект принял
согласно перечню
А.А. Голощапов
«__» _____ 2011 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.1. Организация дипломного проектирования	4
1.2. Цель дипломного проектирования	5
1.3. Тематика дипломных проектов и работ	5
1.4. Общие требования к дипломным проектам и дипломным работам	7
1.5. Комплектность дипломного проекта и дипломной работы	12
2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	14
3. ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ДОКУМЕНТАМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	18
3.1. Ведомость дипломного проекта	18
3.2. Пояснительная записка дипломного проекта	18
4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	24
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ	30
6. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ	31
6.1. Исследование проблем проектирования медицинских диагностических УВК	31
6.2. Базовые электронные компоненты для построения медицинских диагностических УВК	35
6.3. Имитационное моделирование в системах проектирования медицинских диагностических УВК	36
6.4. Полунатурное моделирование в реальном масштабе времени	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	45

ПРИЛОЖЕНИЯ	46
Приложение А. Образец оформления технического задания на дипломный проект	46
Приложение Б. Образец оформления технического задания на дипломную работу	48
Приложение В. Образец титульного листа пояснительной записки дипломного проекта	50
Приложение Г. Образец титульного листа пояснительной записки дипломной работы	51
Приложение Д. Образец задания на дипломный проект.....	52
Приложение Е. Образец задания на дипломную работу.....	54
Приложение Ж. Образец листа календарного плана	56
Приложение И. Расчёт коэффициентов унификации и стандартизации	58
Приложение К. Эстетические показатели	59
Приложение Л. Примерные сроки автоматизации изделий	60
Приложение М. Ведомость дипломного проекта (работы)	61
Приложение Н. Спецификация	65
Приложение Р. Требования ГОСТ к оформлению пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы)	67
Приложение С. Рекомендации по выполнению выпускных работ в электронной форме	74
Приложение С1. Образец выполнения информационно-удостоверяющего листа для дипломного проекта в электронной форме	80

Учебное издание

ЛЕОНТЬЕВ Евгений Алексеевич,
ФРОЛОВ Сергей Владимирович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ, СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

Учебное пособие

Редактор И.В. Калистратова
Инженер по компьютерному макетированию Т.Ю. Зотова

Подписано в печать 13.10.2011
Формат 60 × 84/16. 4,88 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 439

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14