

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра конструирования и технологии электронно-
вычислительных средств

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по учебной работе
Е.А. Кудряшов

«*14*» *сентября* 2011 г.



**СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ, КОНСТРУКТОРСКОЕ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ**

Методические указания по выполнению дипломного проекта
по специальности 210202.65

Курск 2011

УДК 621.317.08

Составители: В.Э. Дрейзин, О.Г. Бондарь, В.А. Пиккиев

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *А.П. Типикин*

Схемотехническое, конструкторское и технологическое проектирование электронно-вычислительных средств : методические указания по выполнению дипломного проекта / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Э. Дрейзин, О.Г. Бондарь, В.А. Пиккиев. Курск, 2011. 32 с.: Библиогр.: с. 27.

Излагаются методические рекомендации по организации работ на различных этапах дипломного проектирования и единые требования к оформлению дипломных проектов с учетом специфики специальности.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальностям автоматике и электроники (УМО АЭ), а также требованиям СТУ 04.02.030-2008 «Работы (проекты) курсовые, работы выпускные квалификационные. Общие требования к структуре, оформлению и защите».

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 210202.65 «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.02.11 . Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 1,9. Уч.-изд. л. 1,7. Тираж 30 экз. Заказ 304 . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1. Организация и обеспечение работ на подготовительном этапе дипломного проектирования | 5 |
| 2. Методические указания по выполнению подготовительного этапа дипломного проектирования | 7 |
| 2.1. Содержание подготовительного этапа | 7 |
| 2.2. Подбор темы дипломного проекта | 7 |
| 2.3. Уяснение и анализ технической задачи | 9 |
| 2.4. Проведение литературного обзора и предварительного патентного поиска. Подбор аналогов | 10 |
| 2.5. Выбор критериев эффективности и анализ отобранных аналогов с целью выбора прототипа..... | 12 |
| 2.6. Синтез и анализ альтернативных концептуальных решений | 14 |
| 2.7. Окончательная формулировка задачи и составление развёрнутого технического задания на проектирование . | 14 |
| 3. Организация и методические указания при выполнении основного этапа дипломного проектирования..... | 16 |
| 3.1. Последовательность выполнения работ | 16 |
| 3.2. Выполнение специального раздела | 16 |
| 3.2.1. Эскизное проектирование | 17 |
| 3.2.2. Техническое проектирование | 18 |
| 3.3. Выполнение организационно-экономического раздела ... | 20 |
| 3.4. Выполнение раздела «Охрана труда и экология» | 20 |
| 4. Обеспечение работ и методические указания по выполнению заключительного этапа дипломного проектирования .. | 21 |
| 4.1. Оформление расчётно-пояснительной записки | 21 |
| 4.2. Оформление графического материала | 23 |
| 4.3. Представление дипломного проекта к защите | 24 |
| Библиографический список | 27 |
| Приложения | 28 |

ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект (ДП) является самостоятельной выпускной работой студентов, после защиты которой Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) присваивает студенту звание инженера.

Основная цель дипломного проектирования – завершение формирования инженеров конструкторов-технологов ЭВС, способных самостоятельно решать теоретические и практические задачи в одной из следующих областей деятельности:

- проектно-конструкторской,
- технологической,
- организационно-управленческой.

Одновременно дипломное проектирование и предшествующий ему Государственный экзамен по специальности призваны систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания и практические навыки, полученные студентами в процессе выполнения учебного плана, включающего в себя изучение общеобразовательных, общеинженерных и специальных дисциплин, производственные практики и курсовое проектирование.

Настоящие методические указания предназначены для студентов-дипломников дневного отделения специальности 210202, профессорско-преподавательского состава выпускающей кафедры и её филиалов, сотрудников базовых предприятий – потенциальных руководителей дипломным проектированием, членов ГЭК, консультантов и рецензентов дипломных проектов.

Методические указания знакомят с необходимыми рекомендациями на соответствующем этапе дипломного проектирования, едиными требованиями к оформлению ДП, организацией работ на различных этапах ДП, а также с возможной тематикой и содержанием ДП с учетом специфики специальности, последовательностью и порядком контроля сроков выполнения.

Качество ДП во многом определяется применением автоматизации и механизации при проектировании, при разработке технологических процессов изготовления изделий электронной вычислительной техники, получения материалов, обработки деталей и узлов. Следует особо отметить, что ДП высокого качества, незави-

симо от его профиля, должен отличаться широким использованием средств и методов вычислительной техники, комплексной микроминиатюризации, прогнозирования и обеспечения надёжности, научной, технической и экономической обоснованностью принимаемых технических решений, а также экологической защищённостью.

Процесс ДП можно условно подразделить на три основных этапа:

- подготовительный;
- работа над ДП;
- заключительный.

Ниже следует изложение организации и обеспечения работ с соответствующими рекомендациями и регламентацией на каждом из вышеназванных этапов ДП.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовое проектирование на старших курсах является необходимым условием качественного выполнения подготовительного этапа, так как оно позволяет предварительно подготовить студента к самостоятельному решению задач по расчету, конструированию и разработке технологии изготовления компонентов и сборочных единиц ЭВС с одновременной разработкой программного обеспечения на современных проблемно-ориентированных и машинных языках высокого и низкого уровней.

В процессе производственных и, в особенности, преддипломной практик студент приобретает определенный задел для будущего дипломного проекта. Преподавателем – куратором дипломного проектирования совместно со студентом-дипломником подбирается тема ДП и к окончанию преддипломной практики она уточняется и окончательно формулируется.

Темы ДП обсуждаются на заседании выпускающей кафедры и, после их одобрения, утверждаются заведующим кафедрой. Одновременно утверждаются руководители ДП и консультанты по специальной части ДП. Консультанты по организационно-эконо-

мическому и экологическому разделам ДП подбираются и утверждаются заведующими соответствующими кафедрами института.

После согласования со студентами-дипломниками и утверждения темы ДП на заседании кафедры руководитель ДП и консультанты заполняют и подписывают бланк задания на ДП (см. приложение А) с последующим утверждением его заведующим выпускающей кафедрой или его заместителем (форма титульного листа пояснительной записки к ДП приведена в приложении Б).

Технические требования к ДП должны содержать основные количественные и качественные исходные данные для осуществления проектирования заданной технической системы или разработке технологических процессов, или исследованию и включать в себя вводную часть, специальную часть (конструкторско-технологическую или исследовательскую), организационно-экономическую часть и раздел «Охрана труда и экология».

Одновременно с выдачей задания на ДП составляется индивидуальный график выполнения ДП, который подписывается студентом-дипломником и утверждается руководителем ДП. При составлении индивидуального графика следует руководствоваться ориентировочной трудоемкостью отдельных этапов работы над ДП (приложение В).

С целью периодической отчетности и выявления степени готовности студента-дипломника в период проектирования проводятся два смотра выполнения объёма и качества ДП: первый, ориентировочно, в первой половине календарного периода проектирования и второй – в заключительной стадии проектирования.

Организация и проведение смотров возлагается на руководство выпускающей кафедрой, для чего из её состава назначается специальная комиссия в лице ведущих преподавателей кафедры с обязательным участием руководителей ДП. Студенты-дипломники, значительно отстающие от намеченного индивидуального графика работы над ДП, решением комиссий могут быть не допущены к защите ДП и представлены к отчислению из университета.

Государственный экзамен по специальности, который согласно графику учебного плана следует по завершению преддипломной практики, должен проводиться по комплексным квалификационным заданиям в соответствии со специальностью.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1. Содержание подготовительного этапа

Работа студента-дипломника на подготовительном этапе должна состоять из следующих подэтапов:

- подбор темы дипломного проекта;
- уяснение и анализ технической задачи;
- проведение литературного обзора и предварительного патентного поиска;
- подбор аналогов;
- выбор критериев эффективности и анализ найденных аналогов с целью выбора прототипа;
- синтез альтернативных концептуальных решений, их анализ и выбор оптимального концептуального решения поставленной задачи;
- окончательная формулировка задачи и составление развёрнутого технического задания на проектирование.

2.2. Подбор темы дипломного проекта

Подбор темы дипломного проекта осуществляется студентом-дипломником совместно с преподавателем-куратором дипломного проектирования, назначаемым заведующим выпускающей кафедрой до начала преддипломной практики. Тема дипломного проекта должна полностью соответствовать специальности 220500, содержать элементы новизны и иметь практическую ценность, а также учитывать специализацию студента в течение последних двух лет обучения.

Такая специализация может осуществляться через индивидуальные задания по дисциплине «Основы инженерного творчества», выдаваемые студенту в 5-м семестре и выполняемые им на протяжении всего последующего срока обучения, путём привлечения студента к научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам кафедры, либо работы студента на филиалах кафедры на промышленных предприятиях, либо путём выполнения заданий,

выдаваемых предприятием, с которым заключён контракт на подготовку молодого специалиста. В этих случаях дипломный проект является завершающей стадией двухлетней работы студента над индивидуальным заданием.

В других случаях тема дипломного проекта подбирается во время преддипломной практики на том предприятии, где она проводится. Тема дипломного проекта должна обеспечивать возможность выполнения всех основных составляющих частей дипломного проекта по данной специальности, а именно:

- схемотехническое проектирование;
- проектирование элементов программного обеспечения, либо использование готовых программных комплексов для имитационного моделирования или САПР;
- конструкторское проектирование;
- технологическое проектирование.

При проектировании сложной системы ввиду ограниченности объёма дипломного проекта и возможностей студента-дипломника основной упор может делаться на одну из указанных составляющих частей, но присутствие в той или иной мере всех остальных частей необходимо. В отдельных случаях, когда необходима весьма глубокая проработка одной из составляющих частей с выполнением экспериментальных исследований или имитационного моделирования на ЭВМ, дипломный проект может по решению кафедры заменяться дипломной работой, содержащей только одну или две из указанных составляющих. Это могут быть работы исследовательского характера или посвященные разработке сложного программного комплекса.

Тема дипломного проекта (работы), как правило, формулируется в достаточно общем виде, т.е. в виде названия технического объекта, который необходимо спроектировать (или определения проблемной ситуации, которую необходимо исследовать). Поэтому студент-дипломник должен сам в процессе предпроектных изысканий определить все исходные данные, необходимые для проектирования и составить развёрнутое техническое задание. Это и является содержанием подготовительного этапа работы над дипломным проектом.

2.3. Уяснение и анализ технической задачи

Уяснение задачи следует начинать с исследования потребности в данной разработке. При этом надо чётко уяснить, в чём состоит проблемная ситуация, какова предыстория её появления, что требуется сделать для её разрешения и что этому препятствует. Возникшая проблемная ситуация может носить следующий характер:

- требуется разработка принципиально новой системы для удовлетворения вновь возникшей потребности;
- требуется расширить или обновить функции уже действующей системы в связи с изменившимися потребностями;
- требуется улучшить технические характеристики или повысить степень автоматизации действующей системы при сохранении прежних функций;
- требуется модернизировать схемотехнику, конструкцию или технологию производства выпускаемых изделий с целью снижения их себестоимости, материалоёмкости, габаритов, улучшения внешних и потребительских качеств при сохранении прежних функций и основных технических характеристик назначения.

Первое из этих направлений соответствует пионерским разработкам, основанным на новейших научных открытиях, и обычно не под силу студентам-дипломникам в целом виде. В качестве тем дипломных проектов могут использоваться лишь отдельные фрагменты такой проблемы, разрабатываемой на кафедре, или в КБ, где студент-дипломник проходит преддипломную практику.

Чаще всего тема соответствует одному из остальных направлений, что определяет наличие аналогов и поэтому требует тщательного проведения литературного обзора и патентных изысканий.

Но прежде, чем переходить к изучению литературы и патентного фонда необходимо уяснить и описать (по возможности и качественно, и количественно) функции, которые должен выполнять данный технический объект и исследовать его окружение. Под окружением следует понимать среду, в которой должен функционировать данный объект. Это, прежде всего, взаимодействующие с ним другие технические объекты и системы как того же уровня, так и нижнего, и верхнего уровней. Это необходимо для обеспечения совместимости (как функциональной, так и конструктивной)

этих взаимодействующих объектов и систем. Вторым аспектом окружения являются рабочие условия эксплуатации (климатические, условия электропитания и электромагнитной совместимости и прочие), в которых должен функционировать объект, и вытекающие отсюда требования к устойчивости объекта проектирования к внешним факторам (климатическим, химическим, механическим и др.). И, наконец, третьим аспектом окружения являются люди, с которыми взаимодействует данный объект. Это может быть производственный и обслуживающий персонал, но могут быть и люди, для обслуживания которых и создаётся данная система. Поэтому в результате исследования этого аспекта должны быть сформулированы требования безопасности, эргономичности и экологичности. Таким образом, в результате уяснения и анализа задачи должны быть получены следующие данные:

- аргументированное описание потребности в данной разработке с указанием научно-технических, социальных и экономических аспектов, определяющих актуальность её решения;
- детальное (насколько это возможно на данном этапе) описание функций объекта проектирования;
- основные факторы внешнего окружения и накладываемые ими требования к разрабатываемому техническому объекту.

2.4. Проведение литературного обзора и предварительного патентного поиска. Подбор аналогов

Целью этого этапа является выявление тенденций и основных направлений развития данной узкой области техники, к которой относится объект проектирования, и поиск уже существующих в промышленности или в научно-технической и патентной литературе аналогов. Это весьма трудоёмкая и сложная работа, требующая широкого научно-технического кругозора и определённых практических навыков работы с научно-технической и патентной литературой.

Для облегчения этой задачи целесообразно начинать поиск с просмотра готовых аналитических обзоров, регулярно выпускаемых отраслевыми институтами научно-технической информации по различным узким направлениям научно-технического прогресса. В области приборостроения и ЭВС такие обзоры выпускает

«Информприбор» (Всероссийский научно-исследовательский институт информации и экономики в области приборостроения и электронных систем). В области электроники аналогичную информацию выпускает «ЦНИИЭ» (Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований в области электроники и электронной техники).

Для более детального изучения научно-технических основ данной узкой области техники желательно ознакомиться с основными монографиями по данной узкой области техники, подбираемыми по систематическому каталогу в научно-технических библиотеках.

Изучив обзорную информацию и, хотя бы кратко, ознакомившись с основными монографиями в данной узкой области техники, уже вполне можно составить себе достаточно чёткое представление о её научно-технических основах, современном состоянии, основных перспективных направлениях развития и главных проблемах, требующих дальнейшей разработки. Однако этого недостаточно для выявления существующих аналогов, поскольку в указанной литературе они, как правило, если и упоминаются, то описываются слишком обще и кратко. Поэтому следующей фазой литературного поиска является поиск конкретных технических решений, уже созданных в данной области техники, и отбор из них ближайших аналогов. Прежде всего, необходимо ознакомиться с серийно выпускаемыми образцами техники. Для отечественной техники это можно сделать по ежегодно выпускаемым отраслевым каталогам промышленной продукции. В области приборостроения «Информприбор» выпускает генеральный каталог «Приборы и средства автоматизации», содержащий 10 томов по отдельным направлениям приборостроения и средств автоматизации. Тот же институт выпускает и ряд специализированных каталогов: «Технические средства АСУ ТП. Информационно-методические материалы»; «Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации»; «Приборы и средства автоматизации для агропромышленного комплекса». Эти каталоги имеются во всех территориальных центрах научно-технической информации и в большинстве научно-технических библиотек.

Сложнее найти информацию о технических средствах, выпускаемых за рубежом. Как правило, в фирменных каталогах и проспектах подробно описываются лишь потребительские качества и

свойства выпускаемых изделий, а об устройстве и принципе действия приводятся лишь минимальные сведения. Поэтому основным первичным источником этой информации является патентная информация, охватывающая не только серийно выпускаемые образцы техники, но и ещё нереализованные технические решения. В качестве вторичного источника можно рекомендовать регулярно выпускаемые «Информприбором» выпуски «Экспресс-информации», достаточно детально описывающие наиболее интересные и прогрессивные технические решения, заимствованные как из отечественной, так и из зарубежной периодической научно-технической литературы и патентных материалов.

Сведения о найденных аналогах, наиболее близких по выполняемым функциям к объекту проектирования и наиболее полно удовлетворяющих сформулированным на предыдущем этапе требованиям, желательно выписывать на специальные информационные карточки для удобства последующего анализа.

2.5. Выбор критериев эффективности и анализ отобранных аналогов с целью выбора прототипа

Для анализа и сравнения отобранных аналогов, а в дальнейшем, и синтезируемых концептуальных решений необходимо выбрать систему критериев, по которым можно оценить качество того или иного технического решения и которые определяются целями создания данного технического объекта. В качестве таких критериев можно использовать:

- повышение производительности труда, определяемое внедрением разрабатываемой системы или технологии;
- повышение качества (потребительских свойств и надёжности) какой-либо продукции, обеспечиваемые внедрением разрабатываемой системы или технологии;
- экономический эффект от внедрения разрабатываемой системы;
- непосредственное улучшение тех или иных показателей качества модернизируемого изделия;
- повышение технологичности и ресурсосбережение при производстве какой-либо продукции.

Конечно, здесь они сформулированы весьма укрупнённо и, применительно к конкретной теме проекта, их необходимо детализировать.

зировать и конкретизировать, а главное, указать приоритеты каждого, т.е. ранжировать по степени важности, т.к. они могут частично противоречить друг другу.

Сформулировав систему критериев качества технических решений, мы получаем возможность приступить к анализу отобранных аналогов. Такой анализ целесообразно проводить в следующей последовательности:

- выявление таких технических характеристик и показателей качества каждого из аналогов, которые не соответствуют сформулированным требованиям и критериям;
- выявление таких факторов, которые снижают эффективность использования аналогов;
- перечисление тех показателей, которые желательно улучшить по каждому из аналогов.

В итоге мы получаем перечень недостатков каждого из аналогов применительно к нашим требованиям и критериям. В качестве прототипа следует принять тот аналог, у которого этот перечень недостатков будет минимален, а сами недостатки наименее значительны. С ним в дальнейшем и следует сравнивать синтезируемые альтернативные технические решения.

Результатом выполнения подэтапов 2.4 и 2.5 должен быть аналитический обзор, являющийся составной частью расчётно-пояснительной записки к дипломному проекту, который должен содержать:

- краткое описание современного состояния, основных тенденций развития и проблем в той узкой области техники, к которой относится объект проектирования;
- перечень отобранных аналогов с результатами их анализа по вышеуказанной схеме;
- аргументированный выбор прототипа с указанием тех дополнительных качеств, свойств и функций, которыми должно обладать искомое решение и которые отсутствуют у прототипа; тех вредных свойств и ограничений, присущих прототипу, от которых необходимо избавиться и, наконец, тех показателей и характеристик, которые желательно улучшить.

2.6. Синтез и анализ альтернативных концептуальных решений

Этот подэтап, как правило, частично совмещается с двумя предыдущими, поскольку при анализе уже существующих технических решений могут возникать идеи, как улучшить, или приспособить их применительно к данной конкретной задаче. Эти идеи необходимо сразу же записывать, не надеясь на память, поскольку свойства нашего сознания таковы, что вновь возникающие идеи стремятся вытеснить предыдущие. Данный этап является наиболее творчески насыщенным этапом проектирования, который в наименьшей степени может быть формализован и регламентирован. Многократно повысить эффективность поиска новых решений технической задачи позволяет грамотное использование методов ТРИЗ (теории решения изобретательских задач), изучавшихся студентами в дисциплине «Основы инженерного творчества». Поэтому рекомендуется использовать эти методы, для чего можно воспользоваться методической разработкой [1].

Выбор оптимального концептуального решения из полученного множества производится путём сопоставления их с перечнем предъявляемых требований и критериев, который был сформулирован выше. Однако этот выбор затрудняется тем, что на стадии концептуальных решений очень трудно достоверно оценить возможные значения ряда технических и качественных показателей, т.к. ещё отсутствует техническая проработка решений. Чаще всего здесь ориентируются на предельно достижимые показатели, которые оценить легче. Большую помощь могут оказать законы развития технических систем и концепция идеального конечного результата (ИКР), рассматриваемые в дисциплине «Основы инженерного творчества». Аргументированность и обоснованность выбора оптимального концептуального решения является одним из важнейших показателей уровня и качества инженерной подготовки студента-дипломника. Поэтому на тщательность выполнения этого подэтапа следует обратить особое внимание.

2.7. Окончательная формулировка задачи и составление развернутого технического задания на проектирование

Выбрав оптимальное концептуальное решение, можно переходить к составлению развёрнутого технического задания. Для это-

го, прежде всего, необходимо уточнить количественные значения всех параметров, характеризующих объект проектирования. При этом следует учитывать, что эти параметры часто противоречат друг другу (т.е. улучшение одного из них ведёт к ухудшению другого). Кроме того, неоправданно завышенные значения параметров, близкие к предельно достижимым, как правило, требуют увеличения затрат на изготовление, усложняют технологию и ухудшают экономические показатели. Поэтому оптимальные и экономически оправданные значения показателей и основных технических характеристик должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивать достаточную конкурентоспособность изделия при приемлемых затратах на производство, обеспечивающих его рентабельность. После уточнения и окончательного определения количественных значений всех показателей и параметров, характеризующих будущее изделие, результаты предпроектных изысканий оформляются в виде развёрнутого технического задания на проектирование (ТЗ). Оно должно состоять из следующих разделов:

1. Технико-экономического обоснования (ТЭО) необходимости и актуальности данной разработки (т.е. аргументированного описания потребности – см. п. 2.3).

2. Научные и технические предпосылки, обеспечивающие возможность данной разработки, основанные на анализе мирового опыта, научно-технической и патентной литературы (выводы из выполненного аналитического обзора – см. п. 2.4 и 2.5).

3. Исходные данные для разработки и проектирования (перечень требований и ограничений, вытекающих из исследования окружения – см. п. 2.3).

4. Перечень основных функций, которые должен выполнять объект.

5. Рекомендуемое концептуальное решение по реализации объекта.

6. Основные технико-экономические требования и ограничения (технические и экономические показатели, которые должны быть достигнуты с обоснованием их количественных значений).

Учитывая, что аналитический обзор оформляется в расчётно-пояснительной записке самостоятельным разделом, рекомендуется следующая последовательность изложения результатов подготовительного этапа в расчётно-пояснительной записке:

1. Технико-экономическое обоснование актуальности данной разработки.
2. Аналитический обзор.
3. Развёрнутое техническое задание (где исключаются первые два пункта – ТЭО и научные и технические предпосылки).

3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОСНОВНОГО ЭТАПА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1. Последовательность выполнения работ

Основной этап проектирования рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- выполнение специального раздела;
- выполнение организационно-экономического раздела;
- выполнение раздела «Охрана труда и экология»;
- оформление пояснительной записки ДП;
- оформление графической части ДП;
- переплёт пояснительной записки и представление её и графической части к просмотру руководителю ДП.

3.2. Выполнение специального раздела

Специальный раздел ДП обычно выполняется в три стадии:

- эскизное проектирование;
- техническое проектирование;
- рабочее проектирование.

Следует иметь в виду, что стадия рабочего проектирования в дипломном проекте выполняется только в том случае, когда тема дипломного проекта сформулирована достаточно узко, т.е. предметом проектирования является какой-то небольшой узел устройства.

В большинстве же случаев степень подробности разработки в дипломном проекте ограничивается стадией технического проектирования и лишь при разработке технологической части проекта в некоторой степени затрагивается стадия рабочего проектирования, но не для всего проектируемого устройства, а для одного из его нестандартных узлов, определяемого руководителем проекта.

3.2.1. Эскизное проектирование. На стадии эскизного проектирования на основе выбранного концептуального решения принимаются основные конструктивные и схемные решения по реализации технического объекта. При разработке ЭВС или какой-либо электронной системы на этой стадии разрабатывают более детальные структурные и функциональные схемы проектируемой системы, производят выбор стандартных блоков и устройств, входящих в состав системы, составляют частные ТЗ на разработку оригинальных блоков и устройств, производят выбор элементной базы и основные конструктивные решения для их реализации, разрабатывают основные алгоритмы работы системы, выбирают один из стандартных системных интерфейсов или разрабатывают специализированный (но в этом случае отказ от стандартных интерфейсов должен быть тщательно обоснован). В тех случаях, когда заданием предусмотрена экспериментально-исследовательская часть или математическое имитационное моделирование для обоснования выбора конкретных технических решений оригинальных узлов и блоков, на этой стадии проводится макетирование и лабораторные испытания этих устройств или разрабатываются программы имитационного моделирования, реализация которых позволяет определять оптимальные значения важнейших параметров проектируемой системы. Конструктивная проработка объекта доводится до той степени подробности, которая необходима для изготовления макетного образца.

Если тема дипломной работы посвящена разработке программного комплекса, то на этой стадии разрабатывается общая структура программного комплекса, определяется целесообразность функционирования разрабатываемого комплекса в стандартной программной среде (оболочке), выбирается язык высокого уровня, на котором должно вестись программирование, детально разрабатывается математическое обеспечение комплекса, определяется структура и организация входных данных, форма и организация вывода результатов, тщательно продумываются все вопросы взаимодействия программного комплекса с пользователем, особенно, если этот комплекс имеет диалоговый характер (системы САПР, обучающие системы и пр.).

В укрупнённом виде разрабатывается все алгоритмы. Если весь комплекс разбит на части, которые разрабатываются несколькими исполнителями, то особое внимание обращается на взаимо-

действие этих частей, и детально описываются условия их сопряжения.

В тех случаях, когда проектируемый объект является модернизацией ранее выпускавшегося изделия, стадия эскизного проектирования может быть пропущена и, после разработки ТЗ, непосредственно переходят к техническому проектированию.

В расчётно-пояснительной записке разделы, соответствующие стадии эскизного проектирования, могут иметь следующие наименования:

- разработка структурной схемы;
- разработка общей функциональной схемы;
- выбор (разработка) системного интерфейса;
- выбор стандартных узлов и блоков;
- выбор элементной базы для проектирования нестандартных устройств, разработка основных конструктивных решений для их реализации;
- разработка алгоритмов работы системы и т. д.

Структурной части с наименованием «Эскизное проектирование» в записке быть не должно, поскольку этот термин означает стадию проектирования, а не самостоятельную часть проекта.

3.2.2. Техническое проектирование. На этой стадии разрабатываются принципиальные схемы нестандартных устройств, входящих в объект проектирования, прорабатываются конструкции этих устройств, разрабатываются монтажные схемы, проводится проектирование печатных плат, осуществляется разработка программного обеспечения системы, проводятся все необходимые инженерные расчёты и, в частности, расчёты надёжностных характеристик. Проводятся оценки технологичности разработанного объекта и его основных технических показателей.

В расчётно-пояснительной записке этой стадии соответствуют следующие разделы:

- разработка принципиальных схем нестандартных устройств (с обоснованием выбора тех или иных схемотехнических решений и выполнением необходимых расчётов);
- проектирование печатных плат (с акцентом на важнейших этапах их проектирования).

На этом этапе изначально определяются

- доминирующие факторы, влияющие на размещение компонентов и элементов устройств (наличие элементов/компонентов с высокой температурой и критических к влиянию температурных полей элементов/компонентов схемы, например, точек подключения термопар и линий связи с усилителем);
- электромагнитная совместимость;
- функциональная принадлежность (принцип локализации элементов в соответствии с их принадлежностью функциональному узлу, способствует лучшей организации платы, с точки зрения электромагнитной совместимости, минимизации влияния паразитных параметров конструкции платы, минимизации суммарной длины проводников);
- факторы эргономики (наличие элементов индикации, управления, регулировки, коммутации, сервисных разъёмов, требующих учёта особенностей их размещения);
- механические характеристики (определяющие место размещения массивных элементов платы или влияющих на её жесткость);

Затем осуществляется

- размещение компонентов с учётом доминирующих факторов;
- расчёт ширины проводников;
- подготовка исходных данных для трассировки с помощью САПР (при автоматизированном проектировании).

Разработка технологической документации может непосредственно стыковаться с организационно-экономическим разделом дипломного проекта, если последний заключается в оценке экономической эффективности разработанных технологических процессов. В этом случае необходимо опираться на отраслевые стандарты и стандарты предприятия по техническому нормированию отдельных технологических операций. По принятым в отрасли или на предприятии нормам определяется необходимый расход основных и вспомогательных материалов, трудоёмкость выполнения отдельных технологических операций, в результате чего определяется наиболее рациональная организация производственного процесса и рассчитывается необходимое количество рабочих мест. Только определив необходимые материальные, энергетические и трудовые ресурсы, можно рассчитать себестоимость изделия и экономическую эффективность его производства.

3.3. Выполнение организационно-экономического раздела

В организационно-экономическом разделе могут рассматриваться вопросы оптимального сочетания аппаратных и программных решений, методов настройки и регулировки, наличия встроенных средств тестирования и диагностики в зависимости от масштабов производства. В этом разделе конкретизируются и подтверждаются расчётами источники экономической эффективности производства или внедрения проектируемого объекта, которые на качественном уровне рассматривались в технико-экономическом обосновании на его разработку. В этом же разделе может разрабатываться сетевой график разработки, проектирования и подготовки к производству объекта проектирования. Конкретное содержание данного раздела должно согласовываться с консультантом по организационно-экономической части, назначаемым из числа преподавателей кафедры экономики и организации производства. Положительным фактором при выполнении этого раздела является использование ЭВМ для расчётов экономических показателей.

В расчётно-пояснительной записке этот раздел помещается непосредственно после специальных разделов, а его объём не должен превышать 10-15 страниц. В графическом материале основные результаты этого раздела (например, структура себестоимости, сетевой график и т.п.) могут быть отражены на демонстрационном плакате.

3.4. Выполнение раздела «Охрана труда и экология»

Раздел «Охрана труда и экология» содержит разработку специальных мероприятий по охране труда и обеспечению экологической защищённости рабочего места, участка, цеха, лаборатории и пр., в котором следует описать:

- рабочее место оператора машины или системы, в состав которой входит разрабатываемый технический объект, или рабочего монтажника или сборщика, на котором собирается, монтируется или настраивается объект или изготавливаются его элементы или узлы;
- специальные меры по технике безопасности, предусматриваемые в разрабатываемом техническом объекте или на указанных выше рабочих местах;

- вопросы и методы эргономики и инженерной психологии, которые предполагается использовать при конструировании и эксплуатации разрабатываемого технического объекта.

Конкретное содержание данного раздела должно согласовываться с консультантом, назначаемым из числа преподавателей кафедры охраны труда и окружающей среды, учитывать специфику темы дипломного проекта и его направленность.

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Оформление расчетно-пояснительной записки

Написание расчётно-пояснительной записки к дипломному проекту рекомендуется проводить поэтапно по мере выполнения отдельных разделов в той последовательности, которая была указана, выше. Весьма полезно показывать отдельные части расчётно-пояснительной записки руководителю проекта, не дожидаясь, когда будет завершена вся работа над проектом. Это позволит своевременно учесть замечания руководителя по уже подготовленным разделам и избежать тех же ошибок при дальнейшей работе над проектом.

Весь объём текстового материала не должен превышать 100-120 страниц рукописного текста. Рекомендуется распечатка пояснительной записки на принтере. При этом используется шрифт Times New Roman 14-го кегля через 1,5 интервала. Подробнее об оформлении пояснительной записки к дипломному проекту см. [8].

На заключительном этапе записка перепечатывается набело с учётом замечаний руководителя проекта и консультантов по отдельным разделам.

Все листы текста должны иметь сквозную нумерацию. Номера страниц проставляются в правом верхнем углу листов арабскими цифрами (без точки, включая приложения). При этом должны оставаться поля: слева 25-30 мм, сверху и снизу по 20 мм и справа 15 мм. Оформлять на текстовых листах рамку необязательно.

Текст записки разбивается на разделы и подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами. Номер подраздела образуется из номера раздела, в который он входит, и порядкового номера под-

раздела в данном разделе. Введение не нумеруется, а следующий раздел имеет номер 1.

Названия разделов пишутся заглавными буквами, а подразделов – строчными буквами. После названий разделов и подразделов точки не ставятся. Разбиение подразделов на пункты не рекомендуется (хотя и не запрещается). Примером разбиения всего текста на разделы, подразделы и пункты (и оформления расчетно-пояснительной записки) может служить настоящее методическое пособие.

Пояснительные схемы, эскизы и прочий иллюстративный материал, размещаемый в тексте записки, оформляется в виде рисунков, которые снабжаются номерами, названиями и пояснительными надписями. Номера рисунков образуются из номера раздела, в котором, они размещаются и порядкового номера рисунка в этом разделе. Номер и название рисунка пишется ниже самого рисунка. Необходимые поясняющие надписи размещаются либо в тексте записки, либо непосредственно под названием рисунка. Номер и название рисунка центрируются, и после названия рисунка точка не ставится, а после него (или пояснений к рисунку, если они есть) пропускается одна строка (чтобы отделить подрисовочную надпись от основного текста). Допускается выполнение рисунков на кальке или миллиметровке и вклеивание их в записку. Рисунки размещаются в пояснительной записке после первой ссылки на них в основном тексте.

Математические формулы аналогично рисункам имеют двойную нумерацию (номер раздела и порядковый номер формулы в разделе). Формула должна приводиться сначала в буквенном виде с последующей расшифровкой всех входящих в неё величин. Размерность всех входящих в формулу физических величин должна соответствовать международной системе единиц СИ. Затем, при необходимости проведения по приведенной формуле расчёта, подставляются цифровые значения всех входящих в неё величин и результат вычисления.

Все таблицы, имеющиеся в тексте записки, должны иметь сквозную нумерацию и название (подробнее об оформлении рисунков, таблиц и формул см. [7, 8]).

При заимствовании расчётных формул, рисунков, таблиц и другого материала из литературных источников обязательны ссылки на этот источник. Все литературные источники нумеруются в

порядке их упоминания (ссылок) в тексте расчётно-пояснительной записки. Ссылки оформляются в виде порядкового номера источника и номера страницы, на которую ссылаются и заключаются в квадратные скобки, например [12, с. 53].

Список литературных источников приводится в конце расчётно-пояснительной записки (но перед приложениями, если они есть) и составляется по следующей форме: порядковый номер источника, фамилии и инициалы авторов, название книги или статьи, наименование журнала или сборника, тома и номера, а также издательства, места и года издания и числа страниц (если источником является книга) или номера страниц (если источником является статья в периодическом журнале или сборнике). Разделительные знаки и знаки препинания между отдельными элементами обозначения источника лучше всего посмотреть в списках литературных источников, приводимых в конце тех книг и периодических изданий, на которые производятся ссылки.

Расчётно-пояснительная записка брошюруется в следующей последовательности:

- титульный лист (на бланке),
- аннотация (на русском и иностранном языке),
- задание на дипломное проектирование (на бланке),
- содержание,
- введение,
- разделы расчётно-пояснительной записки,
- заключение,
- список литературы,
- приложения.

Расчётно-пояснительная записка переплетается в твёрдый переплёт или помещается в специальную папку.

4.2. Оформление графического материала

К графическому материалу относятся чертежи и иллюстративный материал, выполняемый в виде плакатов. Общий объём графического материала должен составлять 10-12 листов формата А1. Структурные, функциональные и принципиальные электрические и кинематические схемы выполняются в виде чертежей с полным соблюдением соответствующих стандартов (подробнее см. [2-7]).

Аналогичны требования и к конструкторским чертежам, среди которых обязательно должен быть чертёж общего вида, один или несколько сборочных чертежей, не более одного листа детализировок.

Иллюстративный материал оформляется в виде плакатов или презентации и может состоять из блок-схем алгоритмов разрабатываемых программ или поясняющих функционирование проектируемого объекта; временных диаграмм, поясняющих принцип работы отдельных устройств объекта и вид информационных сигналов; графиков, иллюстрирующих результаты экспериментальных исследований или имитационного моделирования на ЭВМ, а также плаката, иллюстрирующего основные технические и экономические показатели проектируемого устройства.

Чертежи (в случае использования плакатов) выполняются карандашом на ватманской бумаге стандартных форматов (предпочтительно формата А1) или на плоттере с помощью САПР. Каждый чертёж должен иметь рамку и угловой штамп, общий вид которого приведён в [7]. При шифровке чертежей необходимо использовать четырёхзначный буквенный код:

ТЯМК.00.00.000.ХХ
1 2 3

где 1 – номер сборочного чертежа; 2 – номер подсборки, 3 – детализировка; ХХ – вид чертежа: ВО – вид общий, СБ – сборочный чертёж, ЭС – электрическая принципиальная схема, ГЧ – габаритный чертёж, СК – схема кинематическая и т. д.

Иллюстрационные плакаты не должны содержать углового штампа и могут не иметь рамку, поскольку не являются конструкторской документацией, но должны быть подписаны и исполнителем, и руководителем проекта (нижнем правом углу).

4.3. Представление дипломного проекта к защите

Студент-дипломник представляет все материалы ДП руководителю, который после просмотра и визирования выдает дипломнику письменное заключение (1-2 стр. машинописного или выполненного от руки текста) с характеристикой дипломника как исполнителя ДП с отметкой новизны и актуальности научно-технических решений темы и указанием недостатков, и с выводом о це-

лесообразности присвоения студенту-дипломнику квалификации инженера по данной специальности.

С полученной визой руководителя ДП дипломник представляет материалы ДП на выпускающую кафедру для получения визы заведующего кафедрой. Заведующий выпускающей кафедрой решает вопрос о необходимости проведения предварительной защиты ДП, передачи ДП на рецензию внешнему рецензенту или о представлении ДП к защите на заседание ГЭК.

Внешний рецензент оценивает ДП с точки зрения основных полученных в работе результатов, актуальности и научно-технического уровня, а также оценивает качество выполнения и оформления материалов ДП с высказыванием возможности присвоения дипломнику квалификации инженера конструктора-технолога ЭВС по данной специальности.

При встрече с внешним рецензентом студент-дипломник оформляет заявление на оплату услуг по рецензированию ДП.

Защита ДП производится на открытом заседании ГЭК с кворумом не менее двух третей её состава.

Перед защитой председатель ГЭК зачитывает тему ДП и представляет дипломнику слово для доклада. Заслушивается доклад дипломника о проделанной работе по теме ДП, его ответы на вопросы членов ГЭК и лиц, присутствующих на защите. Продолжительность защиты одного ДП не должна превышать 40-45 минут с учетом времени на доклад не более 15 минут. Бюджет времени доклада:

- называется тема ДП, её актуальность и данные технических требований (1-1,5 мин);
- дается краткий анализ существующих конструктивно-технологических методов решения данной темы и обосновывается выбранный в данном ДП (более 2-3 мин);
- освещаются основные разделы специального раздела ДП, где подчеркивается обоснованность самостоятельных решений, их новизна с акцентом на элементы механизации, автоматизации и использования вычислительной техники (не более 7 мин);
- освещается организационно-экономический раздел ДП (не более 2 мин);

- освещается раздел «Охрана труда и экология» (не более 1 мин);
- дается заключение и делаются выводы с указанием конкретных результатов, полученных в ДП (не более 1,5 мин).

Дата защиты ДП назначается заведующим выпускающей кафедрой. За подготовку распоряжения о датах защиты отвечает ответственный от кафедры – куратор кафедры по выполнению ДП.

В день защиты дипломник должен явиться на кафедру до начала работы ГЭК для подготовки материалов к защите.

Результаты защиты ДП оцениваются по 4-х бальной системе и решения об оценке и присвоении квалификации инженера конструктора-технолога ЭВС принимаются на закрытом заседании ГЭК, которые в этот же день заседания объявляются после оформления соответствующих протоколов.

Авторов ДП, выполненных на высоком научно-техническом уровне, ГЭК имеет право отметить с соответствующей рекомендацией (например, с рекомендацией о внедрении данной разработки или с рекомендацией для поступления автора проекта в аспирантуру).

В случае неудовлетворительной защиты ДП, ГЭК вправе установить, может ли студент-дипломник представить ДП к повторной защите с необходимой доработкой или обязан разработать новую тему, устанавливаемую выпускающей кафедрой. В последнем случае студент отчисляется из университета и направляется на работу с выдачей академической справки установленного образца. Отчисленный из университета студент при неудовлетворительной защите допускается к повторной защите в течение 3-х лет, но не ранее, чем через один год.

Студентам-дипломникам, не защищавших ДП по документально подтвержденной уважительной причине, приказом ректора университета защита может быть перенесена на срок от нескольких дней до одного года (в зависимости от степени готовности проекта и состояния здоровья дипломника).

Хранящийся в архиве университета ДП может быть передан для внедрения по запросу руководства предприятия, на котором выполнялся ДП или на котором работает исполнитель ДП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания по выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Основы научных исследований и инженерного творчества». Приложение 2. Выявление изобретательских ситуаций и решение изобретательских задач /Сост. В.Э. Дрейзин; КурПИ. – Курск, 1992. – 45 с.
2. ГОСТ 2.001-93. Единая система конструкторской документации. Общие положения [Текст] : Взамен ГОСТ 2.001-70, : введ. 96–07–01 : М.: ИПК Изд. стандартов, 2001. 43 с.
3. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам [Текст] : Взамен ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 2.906-71 : введ. 95–01–01 : М.: ИПК Изд. стандартов, 2001. 26 с.
4. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам [Текст] : Взамен ГОСТ 2.107-68: введ. 74–07–01 : дата посл. измен. 08–09–12 : М.: Стандартинформ, 2007. 33 с.
5. Единая система конструкторской документации. Сборник государственные стандарты [Текст] – М.: ИПК Изд. стандартов, 2004. – 160 с.
6. ГОСТ 3.1201-85. Единая система технологической документации. Система обозначений технологической документации [Текст] : Взамен ГОСТ 3.1201-74 : введ. 86–07–01 : М.: ИПК Изд. стандартов, 2000. 10 с.
7. Александров А.А., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы [Текст] / А.А. Александров, Е.Г. Кузьмина. М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
8. СТУ 04.02.030-2008. Работы (проекты) курсовые, работы выпускные квалификационные. Общие требования к структуре, оформлению и защите : стандарт Курск ГТУ / дата введения 07.02.2008 г. – 45 с.
9. Проектирование и технология электронной аппаратуры [Текст]: методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Э. Дрейзин, О.Г. Бондарь, В.А. Пиккиев. Курск, 2011. 24 с.

ФОРМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ (ТЗ) НА ДИПЛОМНУЮ РАБОТУ (ПРОЕКТ)

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»

Кафедра _____

СОГЛАСОВАНО:
Главный специалист предприятия*)

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой

(подпись, инициалы, фамилия)

(подпись, инициалы, фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНУЮ РАБОТУ (ПРОЕКТ)

Студент (слушатель) _____ шифр _____ группа _____
(фамилия, инициалы)

1. Тема _____

утверждена приказом по ЮЗГУ от « ____ » _____ 20 ____ г. № _____

2. Срок представления работы (проекта) к защите « ____ » _____ 20 ____ г.

3. Исходные данные: _____

4. Содержание пояснительной записки работы (проекта) (по разделам):

- Перечень сокращений, условных обозначений и терминов
- Введение
- Основная часть (по разделам)
- Заключение
- Список использованных источников

Приложение А (окончание)

5. Перечень графического материала: _____

Руководитель работы (проекта) _____ (подпись, дата) _____ (инициалы, фамилия)

Консультанты по разделам:

| (наименование разделов) | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
|-------------------------|-----------------|---------------------|
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |
| _____ | _____ | _____ |

Задание принял к исполнению _____ (подпись, дата) _____ (инициалы, фамилия)

*¹ Примечание: Согласование с предприятием (организацией, учреждением) рекомендуется осуществлять при выполнении ДП (ДР) по материалам предприятия (организации, учреждения) или по его заказу.

ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ (РАБОТЕ)

| | | |
|---|----------------------|---------------------|
| Министерство образования и науки Российской Федерации Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет» | | |
| Кафедра _____ | | |
| ДИПЛОМНАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ) на соискание квалификации (степени) _____ | | |
| (название темы) | | |
| Специальность _____ | | |
| (код, наименование) | | |
| Автор работы (проекта) _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Группа _____ | | |
| Руководитель работы (проекта) _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Нормоконтроль _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Консультанты по разделам: | | |
| _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Рецензент _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Главный специалист предприятия* | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Работа (проект) допущена к защите | | |
| Заведующий кафедрой _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Оценка _____ | Протокол ГЭК № _____ | от _____ |
| Председатель ГЭК _____ | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия) |
| Курс 20 __ г. | | |
| *) Примечание: Согласование с предприятием (организацией, учреждением) рекомендуется осуществлять при выполнении ДП (ДР) по материалам предприятия (организации, учреждения) или по его заказу. | | |
| Ф 04.028 | | |

**ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ ЭТАПОВ РАБОТЫ
НАД ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТОМ**

1. Подбор и изучение исходных материалов к ДП составление аналитического обзора и технико-экономическое обоснование разработки – 2 недели.

2. Экспериментальная часть – 1-2 недели.

3. Разработка развернутого ТЗ на проектирование – 1-2 недели.

4. Проектно-конструкторские работы – 1-2 недели

5. Оформление текстовой, технологической и конструкторской документации – 2 недели.

6. Выполнение графической части ДП – 2 недели.

7. Выполнение экономических расчётов и раздела по безопасности жизнедеятельности – 1-2 недели.

8. Просмотр руководителем, рецензентом, предварительная защита, защита – 2 недели.

Всего – 15 недель.

Примечание: этапы 1, 2, 3 должны выполняться преимущественно за время преддипломной практики.

