

*Федеральное агентство по образованию*  
*АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ*  
*Энергетический факультет*

А.Н. Козлов, Ю. В. Мясоедов, А.Г. Ротачева,  
Н.В. Савина, Г.В. Судаков, Н.Ш. Чемборисова, А.Б. Булгаков

## ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Учебно-методическое и справочное пособие*

*Рекомендовано Дальневосточным региональным учебно-методическим центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебно-методического пособия для студентов специальностей 140101 «Тепловые электрические станции», 140203 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», 140204 «Электрические станции», 140205 «Электроэнергетические системы и сети», 140211 «Электроснабжение» вузов региона*

Благовещенск  
2008

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
энергетического факультета  
Амурского государственного  
университета*

*Козлов А.Н., Мясоедов Ю.В., Ротачева А.Г., Савина Н.В., Судаков Г.В.,  
Чемборисова Н.Ш., Булгаков А.Б.*

**Дипломное проектирование:** Учебно-методическое и справочное пособие. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2008.

Пособие включает перечень тем и вопросов, которые студенты должны осветить при выполнении дипломного проекта по соответствующей специальности. Раскрывается содержание дипломного проекта, приведены требования к оформлению пояснительной записки и листов графической части. Отдельный раздел посвящен выполнению и оформлению дипломных работ.

Особое внимание уделено специальной части проекта и технико-экономическому обоснованию принимаемых решений.

Освещены обязанности дипломника, сроки выполнения отдельных разделов, допуск проекта к защите и порядок публичной защиты дипломного проекта (работы).

Пособие рассчитано на студентов специальностей 140101 – «Тепловые электрические станции», 140203 – «Релейная защита и автоматизация ЭЭС», 140204 – «Электрические станции», 140205 – «Электроэнергетические системы и сети», 140211 – «Электроснабжение» дневной, заочной и заочной ускоренной форм обучения.

Н.Ш. Чемборисовой подготовлены материалы для специальности 140205; А.Г. Ротачевой – для специальности 140204; Ю.В. Мясоедовым – для специальности 140211; Г.А. Судаковым – материалы раздела «Экономическая часть проекта»; Н.В. Савиной – по методическим основам организации дипломного проектирования и тематике проектов; А.Н. Козловым подготовлены материалы для специальности 140203 и по графической части, А.Б. Булгаковым – раздел «Безопасность и экологичность проекта». Общая редакция рукописи выполнена Н.В. Савиной и А.Н. Козловым

### ***В авторской редакции.***

Рецензенты: **А.П. Севостьянов**, начальник службы технической эксплуатации ОАО «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (ОАО ДРСК);  
**А.Н. Рыбалев**, зав. кафедрой автоматизации производственных процессов и электротехники АмГУ, к.т.н. доцент.

©Амурский государственный университет, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Законом Российской Федерации «Об образовании» итоговая аттестация выпускников, завершивших образование по программам высшего профессионального образования в высших учебных заведениях, является обязательной и завершается выдачей диплома государственного образца об уровне образования и квалификации.

Итоговая аттестация осуществляется государственными аттестационными комиссиями (ГАК), организуемыми в высших учебных заведениях по каждой выпускаемой специальности. В соответствии с государственными образовательными стандартами (ГОС), итоговая аттестация включает в себя, как правило, государственный экзамен и выпускную квалификационную работу (дипломный проект или дипломную работу), позволяющие выявить теоретическую и практическую подготовленность выпускника к решению профессиональных задач.

К государственному экзамену по специальности и защите выпускной квалификационной работы допускаются студенты, завершившие полный курс обучения и сдавшие все зачеты и экзамены, предусмотренные учебным планом.

Выпускники кафедры энергетики АмГУ сдают итоговый государственный междисциплинарный (комплексный) экзамен по специальности; программа междисциплинарного экзамена включает ключевые и практически значимые вопросы по дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки соответствующей специальности.

Дипломное проектирование является заключительным этапом обучения студента в университете и дает возможность систематизировать и закрепить, расширить и углубить теоретические знания и практические умения, овладеть навыками самостоятельного и творческого решения инженерных вопросов, уметь технически грамотно изложить и оформить материал проекта (работы) и защитить его перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК).

Выполнение и защита дипломного проекта является одновременно проверкой степени усвоения полученных знаний и умения применять их во взаимосвязи с решением конкретных инженерных задач. Выполнение дипломной работы может стать началом научной деятельности – написания кандидатской диссертации.

Целью настоящего учебного пособия является помощь студентам-дипломникам в выполнении, оформлении и защите проектов и работ. В материалах нашел отражение собственный опыт авторов как руководителей дипломников, а также информация, содержащаяся в аналогичных учебных пособиях других вузов, в частности – [2 и 3].

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## Цель и задачи дипломного проектирования

Цель дипломного проектирования – самостоятельное выполнение конкретной научно-технической разработки или исследование вопросов, актуальных для избранной специальности, на основе систематизации теоретических знаний и приобретенных навыков творческого решения реальных технических и организационных задач на инженерном уровне.

В процессе дипломного проектирования студент обязан самостоятельно решить проектную, технологическую или исследовательскую задачу, соответствующую теме дипломного проекта (работы), творчески применяя знания, полученные в университете. Дипломный проект (работа) должен соответствовать новейшему уровню науки и техники в данной области, содержать экономически обоснованные инженерные решения по использованию прогрессивных, экологически безопасных технологических процессов и проведению энергосберегающих мероприятий.

В период дипломного проектирования студент в соответствии с Государственным образовательным стандартом (ГОС) закрепляет умения и навыки, кратко, в хорошем техническом и литературном стиле излагает содержание инженерных решений, сопровождает технические расчеты схемами, рисунками, диаграммами и другими иллюстрациями, изучает большое количество технической литературы, в том числе, новейшей периодической и иностранной. Использует в расчетах современную вычислительную технику, обоснованно оценивает экологические и технико-экономические характеристики проектируемых, сооружаемых и эксплуатируемых электроустановок и умеет обеспечивать требования охраны экологической среды человека и охраны природы.

Результаты оформляются в виде расчетно-пояснительной записки и листов графической части. Требования к оформлению изложены ниже в разделе 3.

Дипломное проектирование завершается защитой дипломного проекта или дипломной работы.

**Дипломный проект (ДП)** – самостоятельная инженерная разработка, отвечающая современным требованиям создания, совершенствования, модернизации, эксплуатации и технического обслуживания проектируемых объектов энергетической системы.

**Дипломная работа (ДР)** – самостоятельное научное исследование, связанное с конкретной научно-технической проблемой. Она включает информационный поиск по теме исследования, теоретический и экспериментальный разделы, анализ результатов исследования и выводы.

Публичная защита дипломного проекта (работы) в Государственной аттестационной комиссии (ГАК) дает возможность студенту приобрести опыт и умение в доказательной форме излагать содержание принятых в проекте решений и защищать их перед членами ГАК.

По результатам выполнения дипломного проекта (работы), публичной защиты, отзыва руководителя проекта и рецензента, ГАК решает вопрос о присвоении студенту квалификации инженера по избранной специальности.

## 1.2. Порядок выдачи и утверждения темы дипломного проекта

К дипломному проектированию допускаются студенты, завершившие обучение по профессиональной образовательной программе и успешно прошедшие все аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

Тема дипломного проекта или дипломной работы должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и ближайшим перспективам развития науки и техники в области энергетики. Задание на дипломное проектирование выдается студенту перед отъездом на преддипломную практику.

Руководители дипломных проектов (работ) назначаются приказом ректора по представлению кафедры. Право руководства предоставляется преподавателям кафедры энергетики, а в отдельных случаях – наиболее квалифицированным специалистам энергетических предприятий и научным работникам проектных и конструкторских организаций. Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта (работы); студент может предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Не допускается закрепление за студентом темы дипломной работы, не соответствующей специализации кафедры.

Поощряется разработка комплексных проектов (работ) двумя и более студентами. Возможность такой разработки определяется кафедрой по представлению руководителя проекта.

Закрепление за студентом темы дипломного проекта (работы) производится по его личному заявлению на имя заведующего кафедрой. Форма заявления приведена в приложении 1. Утверждение тем дипломных проектов (работ) осуществляется приказом ректора университета по представлению выпускающей кафедры перед направлением студентов на преддипломную практику. **Приказ по университету является официальным документом. Никакие изменения задания в процессе проектирования после этого не допускаются.** Лишь в особо уважительных случаях, когда в ходе работы над проектом (работой) возникает необходимость частичного изменения формулировки темы, кафедра может принять решение об таком изменении. Это решение должно быть оформлено приказом по университету не позднее, чем за месяц до начала работы ГАК.

В соответствии с темой руководитель дипломного проекта выдает студенту задание по изучению объекта практики и сбору материала к дипломному проекту (индивидуальное задание). Кроме того, по согласованию с соответствующими консультантами, руководитель формулирует задачи по организационно-экономической части и разделу, посвященному безопасности жизнедеятельности (БЖД), которые должны быть увязаны с темой проекта. Одновременно студенту выдается задание на дипломный проект, составленное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока окончания

работы над проектом. Это задание вместе с проектом представляется в ГАК (вшивается вторым листом – вслед за титульным – в пояснительную записку).

*Руководитель дипломного проекта:*

выдает задание на дипломный проект;

оказывает студенту помощь в разработке календарного графика работы на весь период дипломного проектирования;

рекомендует студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме;

проводит систематические, предусмотренные расписанием консультации;

по мере необходимости назначает дополнительные консультации;

проверяет выполнение работы (по частям или в целом);

составляет объективный отзыв, характеризующий подготовку студента и качество выполнения дипломного проекта (работы).

Руководитель дипломного проекта (работы) отвечает за:

актуальность и практическую ценность выбранной темы;

четкость и конкретность формулировок всех вопросов задания на проектирование.

*Консультантами* по отдельным разделам дипломного проекта могут назначаться преподаватели высших учебных заведений, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Как правило, консультантами по организационно-экономической части и разделу, посвященному безопасности жизнедеятельности, назначаются преподаватели кафедр АмГУ. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной студентом работы и ставят на ней и на титульном листе пояснительной записки свою подпись. При наличии листа графической части по соответствующему разделу, консультант визирует и его.

Руководитель и консультанты не должны решать вопросы проекта за автора и давать детальные указания, которые исключали бы самостоятельность студента.

**За принятые в проекте (работе) технические и экономические решения, правильность расчетов и грамотность изложения ответственность несет автор проекта – дипломник.**

### 1.3. Преддипломная практика

В оптимальном варианте преддипломная практика проводится с целью изучения предприятия (учреждения, объекта), для которого ведется проектирование. При этом осуществляется сбор необходимых материалов для выполнения проекта (работы). Время проведения практики и ее продолжительность определена рабочими учебными планами специальности и графиком учебного процесса. В ходе практики необходимо подробно изучить производственно-хозяйственную деятельность, специфические особенности предприятия, перспективы его развития. По итогам практики представляется отчет, заверенный одним из главных специалистов предприятия и печатью. Собранные материалы используются дипломником при составлении организационно-экономической

характеристики предприятия (объекта) и при разработке плана работы над проектом.

Однако в реальных условиях сегодняшнего дня решить все эти задачи не просто. Во-первых, не все акционированные предприятия охотно соглашаются на приглашение студентов на практику. Во-вторых, даже приняв будущих дипломников на практику, предприятие зачастую не предоставляет информацию даже в минимально необходимом объеме, мотивируя это коммерческой тайной.

Ограниченное количество баз практики создает третью проблему – как разнообразить тематику дипломных проектов и работ? В результате приходится для одного - двух студентов формулировать задание на проектирование действительно по материалам базового предприятия, а для остальных – использовать эти материалы с определенной долей условности, предлагая разработать проект какого-либо аналогичного предприятия (объекта), по которому доступ к информации получить не удалось.

*Примерная структура отчета по практике.*

1. Характеристика предприятия (структура управления, что обслуживает).
2. Выбор объекта проектирования (обоснование актуальности темы, определение задач проектирования).
3. Исходные данные для проектирования:
  - генеральный план предприятия (города, района, нескольких поселков и т.п.) с указанием существующих линий, подстанций, иного оборудования;
  - однолинейная схема существующей электрической сети или системы электроснабжения;
  - подробные однолинейные схемы существующих подстанций (схемы электроснабжения цехов, поопорные схемы линий 6-10 и 0,4 кВ и т.п.);
  - планы и разрезы существующих пунктов приема электроэнергии;
  - схемы релейной защиты и автоматики существующего оборудования;
  - информация об электрических нагрузках (показания счетчиков, результаты контрольных замеров, данные из договоров на электроснабжение и т.п.);
  - мощности и токи к.з. на шинах источников питания;
  - марки, сечения проводов, длины линий;
  - наличие устройств компенсации реактивной мощности, компенсации емкостных токов и т.п.
4. Анализ существующей схемы (состояния оборудования).
5. Исходная информация для выполнения:
  - специальной части проекта;
  - организационно-экономической части проекта;
  - раздела по безопасности и экологичности проекта.

#### **1.4. Рекомендации по выполнению и представлению дипломного проекта в ГАК**

Подготовку к выполнению дипломного проекта (работы) студент обязан начать сразу же после выбора темы и утверждения задания.

Она включает:

систематизацию необходимой литературы и научно-технических статей с целью изучения новейших достижений науки и техники по теме исследования для формулирования целей и задач исследования;

самостоятельное изучение (повторение) разделов специальных дисциплин, необходимых для успешного выполнения проекта (работы);

выбор математического аппарата и методики решения задач дипломного проектирования.

Дипломный проект выполняется строго в отведенный графиком учебного процесса срок. Учебным планом на подготовку дипломного проекта, включая оформление и защиту, отводится порядка 16 недель. Каждые две недели руководитель проверяет ход выполнения проекта и сообщает о результатах хода проектирования заведующему кафедрой. Расчетная и графическая часть дипломного проекта выполняются одновременно.

**В целях контроля кафедра 3-4 раза проводит проверку хода дипломного проектирования и устанавливает процент выполнения проекта. Проверки производятся по заранее разработанному графику и являются обязательными для всех студентов.**

Студент, не выполнивший в срок дипломный проект, отчисляется из университета за неуспеваемость с предоставлением ему права защиты дипломного проекта в течение пяти лет после окончания теоретического курса обучения. В этом случае студент получает справку, свидетельствующую о прослушивании им теоретического курса по учебному плану своей специальности.

Выполненный и подписанный студентом дипломный проект (работа) в его окончательном виде проверяется и подписывается консультантами по организационно-экономической части, БЖД и другим разделам, определяемым кафедрой. Визы консультантов удостоверяют, что соответствующие разделы проекта отвечают требованиям программы.

Полностью законченный и оформленный дипломный проект, подписанный студентом и консультантами, представляется руководителю. После подписи руководителя никакие исправления и добавления в проекте не допускаются. Руководитель проекта дает развернутый письменный отзыв на дипломный проект, устанавливает соответствие содержания проекта заданию и программе, подписывает его и представляет заведующему кафедрой.

В отзыве руководитель дает характеристику проделанной студентом работы по всем разделам проекта. Отмечает качество расчетов, оценивает инженерную грамотность принятых решений, самостоятельность и инициативность студента, умение работать с литературой, указывает на наличие или отсутствие в проекте оригинальных технических решений, научных исследований, степень реальности и возможности практического использования проекта в целом или его части на производстве. В конце отзыва руководитель дает заключение, подтверждающее или отрицающее, что дипломный проект может быть допущен к защите, а его автор достоин присвоения ему квалификации инженера.

Перед представлением материалов проекта (работы) заведующему кафедрой, они проверяются нормоконтролером и техническим контролером. Пояснительная записка должна быть переплетена (прошита); графическая часть – вы-



полнена на стандартных листах чертежной бумаги (ватмана). Замечания контролеры отмечают либо прямо в тексте пояснительной записки и на листах графики, либо фиксируют в специальных бланках, являющихся обязательными приложениями к пояснительной записке (см. приложение 2). Решение о способе оформления замечаний утверждается ежегодно на заседании кафедры.

**Законченный и подписанный дипломный проект (записку и графическую часть) студент должен представить на кафедру для предварительной защиты не позднее чем за 10 дней до даты защиты проекта (работы) в ГАК.**

Заведующий кафедрой после ознакомления с результатами предварительной защиты, просмотра пояснительной записки и чертежей, личной беседы со студентом по содержанию проекта, решает вопрос о допуске студента к защите дипломного проекта. При положительном решении заведующий кафедрой подписывает дипломный проект. В том случае, если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите дипломного проекта, вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя; определяется объем доработки или переработки проекта и устанавливается срок. Протокол заседания кафедры представляется через декана факультета ректору университета для окончательного решения.

После подписания заведующим кафедрой дипломный проект направляется на рецензию. Рецензентами могут быть сотрудники других вузов, предприятий и организаций. Состав рецензентов рассматривается на заседании кафедры, оформляется протоколом заседания кафедры и утверждается приказом ректора АмГУ. Взаимное рецензирование проектов внутри университета не допускается.

В рецензии на дипломный проект дается развернутая оценка содержания пояснительной записки и графической части по следующим вопросам:

состав и объем дипломного проекта, актуальность темы и целесообразность ее разработки;

полнота разработки основной и специальной части проекта;

соответствие выполненных разделов требованиям ГОСТ и нормативной документации;

степень использования новейших достижений науки и техники по теме исследования;

качество оформления пояснительной записки;

соответствие чертежей заданию на проектирование и полнота графической интерпретации выполненной темы, в том числе – специальной части;

качество оформления чертежей.

В заключении по проекту рецензентом указывается соответствие выполненного дипломного проекта заданию и программе, отмечается новое, разработанное дипломником, степень реальности и возможности практического использования проекта в целом или его отдельных частей, оценка проекта по четырехбалльной системе и рекомендации о возможности присвоения квалификации инженера по соответствующей специальности.

По желанию рецензента студент-дипломник может провести собеседование с рецензентом.

Получив рецензию, кафедра решает вопрос о допуске дипломного проекта к защите.

### **1.5. Защита дипломного проекта**

Защита дипломного проекта (работы) является заключительной стадией дипломного проектирования. Для защиты дипломных проектов (работ) ежегодно приказом ректора назначается Государственная аттестационная комиссия (ГАК). Заведующий кафедрой составляет график защиты дипломных проектов, который должен быть вывешен на доске объявлений кафедры не позднее чем за две недели до первого заседания ГАК.

До начала защиты в ГАК должны быть представлены:

дипломный проект (работа);

отзыв руководителя дипломного проекта;

рецензия на дипломный проект;

зачетная книжка;

прочие материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненного дипломного проекта (решение совета, предприятия или другие документы, свидетельствующие о внедрении материалов дипломного проектирования, заявка предприятия на дипломный проект, отзыв предприятия, печатные статьи, макеты, стенды).

Защита дипломного проекта проводится в следующем порядке:

объявление председателем ГАК (или, по поручению председателя, секретарем ГАК) о защите дипломного проекта (работы) с указанием фамилии дипломника, названия проекта (работы) и фамилии руководителя;

изложение дипломником существа и основных положений дипломного проекта (работы);

вопросы членов ГАК и ответы дипломника;

оглашение отзыва руководителя;

оглашение рецензии на дипломный проект;

ответы дипломника на замечания рецензента.

Для защиты дипломного проекта отводится 30 минут.

В докладе продолжительностью не более 10-15 минут студент должен очень сжато но весьма конкретно изложить содержание проекта по всем его разделам, сделать выводы о практической полезности выполненного им проекта и элементах новизны по сравнению с существующим положением. Доклад следует строить в порядке разделов пояснительной записки.

**Пользоваться написанным докладом не рекомендуется.**

Перед защитой дипломного проекта следует детально разработать план доклада. Хорошим подспорьем при докладе перед комиссией является тщательно продуманное вынесение материалов на листы графической части.

На сообщение по специальной части дипломного проекта должно быть отведено не менее половины представленного для доклада времени.

Допускается делать доклад с использованием мультимедийной техники, но это не освобождает дипломника от необходимости представить обязательный минимум листов графической части.

В ходе защиты дипломного проекта студенту может быть задан любой вопрос практического и теоретического характера, имеющий отношение к содержанию дипломного проекта. При наличии возражений по отдельным вопросам и замечаниям, указанным в рецензии или в отзыве руководителя, студенту предоставляется возможность дать по ним объяснение в конце защиты проекта.

После защиты дипломного проекта Государственная аттестационная комиссия на закрытом заседании принимает решение об оценке дипломного проекта по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» простым большинством голосов. При равном числе голосов голос председателя является решающим. Студенту, успешно защитившему дипломный проект (работу) решением ГАК присваивается квалификация инженера по соответствующей специальности. Если студент сдал курсовые экзамены с оценкой «отлично» не менее чем по 75% всех дисциплин учебного плана, а по остальным дисциплинам – с оценкой «хорошо» и защитил дипломный проект с оценкой «отлично», ему выдается **диплом с отличием**. Дипломные проекты (работы), имеющие научную и практическую ценность, рекомендуются ГАК к внедрению или публикации. По итогам защиты квалификационной работы Государственная аттестационная комиссия может дать рекомендацию для продолжения учебы выпускника в аспирантуре, педагогической деятельности и пр.

Результаты защиты дипломных проектов (работ) объявляются публично выпускникам в тот же день после их оформления.

Председатель ГАК объявляет оценки каждого выпускника из группы защищающихся и поздравляет их с успешной защитой дипломных проектов (работ) и с присвоением им квалификации инженера.

Решение ГАК о присвоении студенту квалификации инженера оформляется приказом по университету, после чего ректор университета или декан факультета по поручению ректора в торжественной обстановке вручает диплом.

Студент, получивший при защите дипломного проекта неудовлетворительную оценку, отчисляется из университета и ему выдается академическая справка установленного образца. Студент допускается к повторной защите проекта, **но не более одного раза**, в течение пяти лет после окончания вуза при представлении положительной характеристики с места работы, отвечающей профилю избранной специальности. В этом случае ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите тот же проект с доработкой или должен разработать новую тему проекта, которую установит выпускающая кафедра.

Студенту, не защитившему дипломный проект по уважительной, документально подтвержденной причине, ректором университета может быть удлинен срок обучения до следующего периода работы ГАК по защите дипломных проектов, но не более одного года.

Дипломный проект после защиты хранится в вузе на учете материально ответственного лица. Проекту присваивается инвентарный номер по журналу регистрации и хранению дипломных проектов. По истечении установленного срока хранения дипломные проекты по решению инвентаризационной комиссии списываются и уничтожаются.

При необходимости передачи дипломного проекта предприятию для внедрения его в производство с него снимается копия.

## 2. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

В зависимости от специальности, тематики и характера выпускной квалификационной работы (дипломный проект или дипломная работа) представляемые материалы будут различаться. Но ряд требований, изложенных ниже, является общим.

Дипломный проект (работа) состоит из пояснительной записки и графической части. В состав проекта могут входить созданные дипломником реальные конструкции, действующие модели, лабораторные стенды. Оформление проекта (работы) производится в соответствии с правилами ЕСКД и Стандартом АмГУ [4]. Подробно правила оформления изложены в разделе 3.

*Пояснительная записка* выполняется на одной стороне листов белой бумаги формата А4 (210x297). **Объем записки – в пределах 100-150 страниц.** Пояснительная записка к дипломному проекту (работе) должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел проекта, содержать методы исследований, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы к ним, технико-экономическое сравнение вариантов, а при необходимости сопровождаются иллюстрациями для придания излагаемому тексту ясности. Для выполнения сложных математических расчетов должна применяться вычислительная техника. Разработка всех разделов дипломного проекта должна вестись с учетом достижений современной науки и техники.

*Графическая часть проекта* выполняется одновременно с расчетной на стандартных листах чертежной бумаги формата А1 (594x841) аккуратно, с четкими и ясными изображениями. Все чертежи графической части проекта должны соответствовать требованиям ГОСТ по формату, масштабам, шрифтам, нанесению размеров, правилам заполнения электрических схем и условных графических обозначений и др. Как правило, чертежи выполняются карандашом и снабжаются спецификацией. Допускается использование современных графических редакторов и оформление листов графики с помощью средств вычислительной техники. Все графы основной надписи (штампа) чертежа должны быть заполнены. **Графическая часть проекта представляется не менее чем на 8-9 листах**, не включая таблицу технико-экономических показателей.

Тематика выпускных квалификационных работ по любой из специальностей, закрепленных за кафедрой энергетики АмГУ, может быть нескольких видов: типовая (академическая), производственная, научно-исследовательская, по развитию лабораторной базы, смешанная.

*Типовая* тематика соответствует профилю специальности, но содержание проекта носит выраженный учебный характер – решается «стандартный» комплекс задач, традиционных для данной специальности. Как правило, задание не содержит элементов тематики других видов. Но следует различать проекты, в основу которых положены реальные исходные данные, и действительно учебные проекты, с гипотетическими исходными данными.

*Производственная* тематика предполагает наличие заявок предприятий и организаций на разработку всего проекта или его части, либо выполнение темы,

предложенной студентом на основе данных, полученных за время преддипломной практики.

*Научно-исследовательская* тематика выполняется по плану госбюджетных или хоздоговорных НИР кафедры, а также по основным направлениям научной работы ведущих ученых. Как правило, разработка этой тематики ведется в форме **дипломной работы**.

Тематика *по развитию лабораторной базы* может включать проектирование, монтаж и наладку лабораторных стендов по дисциплинам, закрепленным за кафедрой.

*Смешанная* тематика может включать разделы, соответствующие предыдущим видам.

## **2.1. Общность и различие реального и студенческого проекта**

В силу многих объективных причин выполнение проекта студентом отличается от содержания и последовательности выполнения аналогичной работы при реальном проектировании [2]. В частности, общая схема этапов проектирования и их очередность при реальном проектировании будет несколько отличаться от принимаемой в задании на дипломное проектирование. Это объясняется несколькими причинами:

1. Реальный проект объекта выполняется в две или три стадии, на каждой из которых, решается свой круг вопросов. Это технико-экономическое обоснование строительства или реконструкции (ТЭО), технический и рабочий проект. Последние две стадии часто совмещают в одну – технорабочий проект.

2. Технический проект является основным документом, в котором решаются все принципиальные вопросы и в полном объеме разрабатывается экономическая часть. Его итогом являются спецификации для заказа основного электрооборудования и кабельной продукции, а также сводная смета. Технический проект является основой для разработки рабочих чертежей.

3. Рабочие чертежи (проекты) содержат несколько основных разделов:

а) технические материалы и принципиальные чертежи (смету, расчеты, планы размещения подстанций и трассы сетей, пояснительные записки и т.п.), спецификации электрооборудования;

б) чертежи-задания на разработку рабочих чертежей строительной части электротехнических устройств (помещения подстанций, туннели и эстакады для кабелей, фундаменты под трансформаторы и т.п.) на проемы и закладные части;

в) чертежи-задания заводам для изготовления комплектного крупноблочного электрооборудования и элементов сетей (КРУ, КТП, токопроводы и т.п.);

г) электромонтажные чертежи для производства работ на объекте строительства и в мастерских электромонтажных заготовок.

По своей структуре и составу дипломный проект в основном соответствует стадии технического проекта. Из состава рабочих чертежей в дипломный проект, как правило, включают вопросы первого раздела. *Реальный проект* выполняется большим авторским коллективом. *В дипломном проекте все разделы,*

весь объем работ выполняется одним человеком в короткие сроки, отведенные на его разработку. Поэтому глубина проработки отдельных вопросов и общий их состав здесь существенно сокращен.

Исходные данные на выполнение ряда этапов *при реальном проектировании* вырабатываются в параллельно разрабатываемых проектах технологической, строительной, санитарно-технической и других составляющих комплексного проекта предприятия, а также проекта генерального плана и компоновок общих помещений, в составлении и размещении которых принимает участие большой авторский коллектив исполнителей разных специальностей. В студенческих проектах считается, что к началу проектирования имеются все исходные данные. Это позволяет несколько изменить очередность этапов по сравнению с реальными проектами. Кроме того, считается, что на размещение электротехнических объектов ограничений нет, или по согласованию с руководителем вводятся соответствующие ограничения и допущения.

Проектировщик вынужден учитывать некоторые ограничения по использованию оборудования, типовых конструкций и типовых проектов. В студенческом проекте эти ограничения можно не учитывать.

Проектировщик имеет исчерпывающие справочно-информационные данные по всем решаемым вопросам. Студент вынужден часто пользоваться только той информацией, которая получила отражение в соответствующих справочниках, изданных массовым тиражом. В целях максимального приближения принимаемых решений к реальным следует пользоваться только самыми новейшими изданиями.

## 2.2. Структура дипломного проекта

Необходимо различать понятия «структура пояснительной записки» и «структура дипломного проекта».

Структура пояснительной записки регламентируется правилами оформления, изложенными, как уже отмечалось выше, в разделе 3.

Структура дипломного проекта или, иными словами, основные разделы проекта, независимо от специальности – следующие:

- Введение;
- Основная часть;
- Специальная часть;
- Организационно-экономическая часть;
- Безопасность и экологичность проекта;
- Заключение;
- Библиографический список;
- Приложение (при необходимости).

От указанного выше объема пояснительной записки основная часть составляет порядка 50%, специальная часть – 20-25%, организационно-экономическая часть – 18-20%, раздел, посвященный безопасности жизнедеятельности – 7-10%.

Минимальный объем графической части дипломного проекта - 8 листов формата А1. Листы должны отражать информацию по разным разделам и пунктам пояснительной записки. Содержание листов следует тщательно продумать, т.к. оно является основой для доклада перед комиссией.

Для каждой специальности и для каждой темы содержание листов – свое. Возможные варианты для некоторых стандартных тем приведены ниже, в разделе, посвященном отдельным специальностям.

Обязательным является наличие листа (листов) по специальной части проекта.

### **2.3. Структура дипломной работы**

Дипломные работы выполняются или в рамках НИР кафедры или по заданиям предприятий и организаций. Они должны соответствовать направлению подготовки инженеров по соответствующей специальности.

Исходные данные для выполнения дипломных работ выдаются или руководителем диплома или предприятием, для которого выполняется данная НИР.

Поскольку при выполнении дипломной работы студент детально прорабатывает достаточно узкую область знаний, структура дипломной работы несколько отлична от структуры проекта. В дипломной работе следует выделять:

Введение;

Основную часть, включающую в себя:

- постановку задачи исследования;
- теоретические разработки;
- экспериментальные материалы (если они есть);
- предложения по внедрению;

Экономический раздел;

Вопросы безопасности и экологичности;

Библиографический список;

Заключение;

Приложение (при необходимости).

Оформляется пояснительная записка дипломной работы несколько иначе, чем проект – см. раздел 3. Поскольку основная и специальная часть в данном случае – единое целое, требования к объему следующие: основная часть составляет порядка 70-75%, организационно-экономическая часть – 18-20%, раздел, посвященный безопасности жизнедеятельности – 7-10%.

Графическая часть дипломной работы также должна содержать не менее 8 листов формата А1, но их содержанием могут быть основные формулы теоретической части и результаты расчетов и экспериментальных исследований.



## 2.4. Методические указания по выполнению дипломного проекта (работы)

### 2.4.1. Роль введения и его структура

После реферата и содержания в пояснительной записке следует введение. Обратите на него особое внимание! По введению судят о тщательности подхода, продуманности в выборе темы, об уровне написания диплома в целом. Те из членов государственной аттестационной комиссии, которые не могут прочитать внимательно весь ваш диплом, обязательно посмотрят содержание, введение, заключение и приложения. Много из введения войдет в ваше выступление на защите. Будьте внимательны в формулировках. Настоятельно рекомендуем писать текст введения в последнюю очередь, когда диплом практически готов, и вы легко сможете объяснить выбор темы, а также цели и задачи вашей работы. Разумеется, самый общий план введения нужно подготовить до написания основной части, но окончательный текст лучше оставить «на потом». И еще: введение и заключение тесно связаны между собой. Поэтому, когда у вас готов текст всех частей проекта, выводы по разделам вы собрали в заключении, подвели итоги, вам будет проще точно сформулировать цель и задачи работы, а также охарактеризовать особенности использования источников и степень их информативности.

Обязательными составными частями введения являются:

обоснование темы, ее актуальность;

постановка цели проектирования;

формулировка задач;

характеристика источников и использованной литературы.

**Обоснование темы, ее актуальность.** В идеале вы должны объяснить:

а) в чем важность и значимость выбранной темы;

б) как она связана с более широкими аспектами развития предприятия, энергосистемы и т.п.;

в) в чем новизна проекта (или ваших предложений, содержащихся в части проекта).

Если пункты «б» и «в» вызывают у вас затруднения, постарайтесь просто перечислить те проблемы, в связи с которыми выбрана тема проекта.

**Цель проекта (работы).** Непосредственно связана с темой (названием) проекта (работы). Как правило, необходимо только конкретнее указать, что именно вы намерены сделать: «проанализировать...», «обосновать...», «раскрыть...», «выявить...», «охарактеризовать». Цель работы – это наиболее масштабная конкретно-практическая операция, выполнению которой и будет посвящен диплом. Сформулировав цель, вы заложили основы для написания заключения. Оно должно, соответственно, содержать ответ на поставленный вопрос.

Итак, цель — это наиболее точное отражение содержания вашей работы. Цель конкретизируется и раскрывается через задачи.

**Формулировка задач.** Задачи являются направлениями (или аспектами) дипломной работы (проекта). В зависимости от темы и формулировки задания, задачи могут быть стандартными (например, расчет токов короткого замыкания, выбор и проверка электрооборудования, определение зон защиты молниеотводов и т.п.), либо раскрывать основные этапы и последовательность исследования (для дипломных работ). Большим достоинством дипломной работы станет характеристика и обоснование тех задач, которые вы выбрали и указали во введении. Делать это необязательно, но если вы сможете объяснить, что ваша цель лучше раскрывается именно таким образом (хотя возможны и другие варианты, и вы их упомянули), то это будет несомненным плюсом.

**Источники и литература.** Следующим этапом при написании введения является характеристика источников. Прежде всего, не путайте их с литературой, которую вы использовали при написании диплома. Источники – это те материалы, на основании которых вы строите практическую часть своей работы. На литературу же вы ссылаетесь при обосновании выбираемых способов решения поставленных задач.

После каждого источника (или их группы, если окажется, что источников несколько) необходимо указать, для чего вам понадобились эти сведения, насколько они актуальны. Все это вместе взятое называется характеристикой информативности источников. Затем следует остановиться на их достоверности. Единичные, вырванные из контекста данные часто искажают подлинную картину. Поэтому необходимо указать, какие источники, по Вашему мнению, наиболее достоверны.

В дипломных работах иногда во введение включают также изложение методики исследования. Однако все же уместнее сделать это в теоретической части работы, где вы в любом случае будете рассматривать основные понятия, категории и законы, которые использованы в исследовательской части. Во введении же можно ограничиться упоминанием тех методов работы, которые вы применяли (сравнительный анализ, многофакторный анализ, математическое моделирование и т. д.).

#### 2.4.2. Основная часть дипломного проекта

Содержание данного раздела в основном касается *типовой* тематики дипломных проектов. Поэтому, прежде чем формулировать обязательные разделы основной части, приведем для каждой специальности перечень возможных тем. Наименование объектов и предприятий в некоторых темах сохранено для того, чтобы тема звучала более конкретно. Ваша тема может формулироваться аналогично, но есть одно очень жесткое условие: **конкретные объекты (отдельные агрегаты, станции, подстанции, линии электропередачи и теплотрассы, города, районы, котельные и т.п.) не должны повторяться в названиях тем в течение пяти лет.**

***Специальность 140101 – «Тепловые электрические станции»:***

*Типовая тематика:*

Реконструкция системы теплоснабжения поселка (города, части города и т.п.).

Реконструкция котлоагрегата БКЗ 420-140 Благовещенской ТЭЦ с целью увеличения тепловой мощности электростанции.

Реконструкция системы гидрозолоудаления в связи с вводом новых мощностей на БТЭЦ.

Реконструкция водоподготовительной установки Райчихинской ГРЭС с установкой испарителей мгновенного вскипания.

Проектирование ТЭЦ на природном газе в микрорайоне «Северный» города Благовещенска.

Проектирование тепловой части второй очереди Благовещенской ТЭЦ.

Реконструкция котельной квартала 74 города Благовещенска.

*Исследовательская тематика* (в зависимости от объема исследовательской части - либо дипломный проект, либо дипломная работа):

Повышение эффективности работы котельного агрегата БКЗ 220-100-Ф на нерасчетных углях на примере Райчихинской ГРЭС.

Использование теплового насоса в схеме отопления котельного цеха Благовещенской ТЭЦ.

***Специальность 140203 – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»:***

*Тематика проектов:*

Проектирование микропроцессорной релейной защиты и автоматики подстанции 220/35/1 кВ «Новая» в поселке Талакан-2.

Проектирование микропроцессорной релейной защиты и автоматики линии электропередачи 220 кВ «Подстанция А – подстанция Б» и модернизация релейной защиты и автоматики подстанции Б.

Модернизация устройств релейной защиты и автоматики линии электропередачи 220 кВ «Подстанция А – подстанция Б» и подстанции Б в связи с заменой автотрансформатора.

Проектирование микропроцессорной релейной защиты и автоматики линии электропередачи 220 кВ «Подстанция А – подстанция Б» на базе терминала «Экра».

Модернизация устройств релейной защиты и автоматики подстанции 220/110/35/1 кВ «Белогорск» в связи с заменой двух автотрансформаторов.

Реконструкция релейной защиты и автоматики тяговой подстанции 220/27,5/10 кВ «Ерофей Павлович» и ВЛ 220 кВ «Подстанция Ерофей Павлович – подстанция Могоча» в связи с заменой коммутирующей аппаратуры.

Разделение на типовую и исследовательскую тематику не сделано, т.к. использование современной цифровой техники требует от дипломников актив-

ного поиска информации в научно-технических журналах, материалах конференций, в Интернете, и планировать объем исследовательской части заранее сложно.

Пример: рекомендуемое содержание дипломного проекта.

Тема дипломного проекта: Модернизация устройств релейной защиты и автоматики ВЛ 220 кВ ПС «Южно-Сахалинская» - ПС «Углезаводская» и ПС 220/110/10 кВ «Южно-Сахалинская» в связи с заменой автотрансформатора.

Исходными данными для рассматриваемого проекта служат: существующая однолинейная схема участка электроэнергетической системы (конфигурация, сечения проводов линий, длины участков, информация по источникам питания и по подстанциям); данные по электрическим нагрузкам в настоящее время и на перспективу. Эти данные дипломник получает во время преддипломной практики, либо – по архивным материалам кафедры и поиску недостающих сведений в Интернете.

В дипломном проекте должны быть решены следующие вопросы:

1 Основная часть

1.1 Обоснование необходимости модернизации РЗА

1.2 Оценка надежности схемы для существующей аппаратуры и с учетом замены

1.3 Расчет параметров схемы замещения до и после сооружения ВЛ

1.4 Расчет токов КЗ в схеме до и после реконструкции

1.6 Выбор и проверка оборудования ПС

1.7 Расчет заземляющего устройства ОРУ ПС

1.8 Расчет зоны молниезащиты устройства ОРУ ПС

1.9 Расчет уставок устройств релейной защиты и автоматики до реконструкции

1.10 Расчет устройств релейной защиты и автоматики линии после реконструкции

1.11 Перевод уставок защит к параметрам микропроцессорного терминала

1.12 Релейная защита ПС на основе МП терминала

2 Специальная часть (по согласованию с руководителем проекта или по предложению дипломника)

3 Организационно-экономическая часть (экономическое обоснование)

3.1 Сравнение защит на статических реле и микропроцессорной элементной базе.

3.2 Выбор фирмы производителя и марки МПРЗ

3.3 Капиталовложения в реализацию проекта

3.4 Расчет амортизационных и эксплуатационных издержек

3.5 Расчет ущерба в случае отказа РЗА

3.6 Чистый дисконтированный доход

3.7 Отчет о движении денежных средств

3.8 Отчет о прибыли

3.9 Баланс проекта

4 Безопасность и экологичность (по согласованию с консультантом)

Графическая часть проекта: 1. Схема участка ЭЭС до и после реконструкции

2. Схема замещения, данные по токам к.з.

3. Главная схема подстанции

- 4, 5. План подстанции и разрезы (вариант: зоны молниеотводов)
- 6, 7, 8. Микропроцессорная РЗиА
9. Лист по материалам специальной части
10. Листы, иллюстрирующие другие разделы проекта

Рекомендуемая литература:

1. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
2. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 504 с.
3. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 199с
4. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 800 с.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.: Учебник для вузов / В.А. Андреев – 4-0е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2006. – 639 с.
6. Электротехнический справочник: В 4 т. / Под. общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл ред. А.И. Попов). - 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
7. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: В 8 т. / Под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. - М.: Папирус Про, 2005.
8. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем. – Под. Ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Издательство МЭИ, 2002.- 296 с.
9. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электрических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1992. – 346 с.
10. Гук Ю.Б., Кантан В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
11. Беляков Ю.П., Козлов А.Н., Мясоедов Ю.В. Релейная защита и автоматика электрических систем: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2007. – 158 с.
12. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 2005.
13. Козлов А.Н., Ротачев Ю.А. Релейная защита и автоматика. Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 120 с.
14. Козлов А.Н., Козлов В.А., Мясоедов Ю.В. Графическая часть курсовых и дипломных проектов: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2007. – 120 с.
15. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.

## **Специальность 140204 – «Электрические станции»:**

*Типовая тематика:*

Проектирование подстанции 220/110/35 кВ «Екатерино-Никольское».

Реконструкция подстанции 220/110/35 кВ «Нижний Куранах» (Южная Якутия) в связи со строительством второй ВЛ 220 кВ «Нерюнгринская ГРЭС – ПС Нижний Куранах».

Реконструкция ОРУ-220 кВ Хабаровской ТЭЦ-3 в связи с вводом четвертого энергоблока.

Проектирование Инжанской ГЭС.

*Исследовательская тематика* (в зависимости от объема исследовательской части - либо дипломный проект, либо дипломная работа):

Проектирование комплектного распределительного устройства 500 кВ Приморской ГРЭС.

Проектирование КРУЭ-500 кВ подстанции «Алюминиевая».

Проектирование распределительного устройства 220 кВ и реконструкция схемы питания собственных нужд Амурской ТЭЦ-1 с целью выдачи «запертой» мощности.

Пример: рекомендуемое содержание дипломного проекта.

Тема дипломного проекта: Проектирование комплектного распределительного устройства КРУЭ-500 кВ Приморской ГРЭС.

Исходными данными для рассматриваемого проекта служат: генплан и главная схема Приморской ГРЭС, существующий вариант расширения ОРУ-500 кВ станции, информация по установленному оборудованию. Эти данные дипломник получает во время преддипломной практики, либо – по архивным материалам кафедры и поиску недостающих сведений в Интернете.

В дипломном проекте должны быть решены следующие вопросы (с учетом специфики предлагаемого варианта – КРУЭ – сразу оговариваются тема специальной части и вопросов БЖД):

- 1 Основная часть
  - 1.1 Обоснование целесообразности реконструкции ОРУ 500 кВ
  - 1.2 Надежность распределительного устройства 500 кВ
    - 1.2.1 Алгоритм расчета надежности схемы
    - 1.2.2 Определение среднего параметра потока отказа системы
    - 1.2.3 Расчет времени работы системы
  - 1.3 Расчет параметров схемы замещения сети
    - 1.3.1 Параметры генераторов
    - 1.3.2 Параметры трансформаторов и автотрансформаторов
    - 1.3.3 Линии электропередачи
    - 1.3.4 Шунтирующие реакторы
    - 1.3.5 Параметры примыкающих систем
  - 1.4 Расчет токов короткого замыкания

- 1.4.1 Расчет симметричного короткого замыкания
  - 1.4.2 Расчет несимметричного короткого замыкания
  - 1.5 Выбор основного электрического оборудования КРУЭ и площадки шунтирующих реакторов 500 кВ
  - 1.6 Защита шунтирующего реактора 500 кВ
    - 1.6.1 Перечень защит, устанавливаемых на реакторе
    - 1.6.2 Расчет уставок защит
    - 1.6.3 Газовая защита реактора
    - 1.6.4 УРОВ реактора
    - 1.6.5 Контроль изоляции вводов (КИВ)
  - 1.7 Компонентные решения КРУЭ 500 кВ
  - 1.8 Заземление и молниезащита площадок автотрансформаторов и шунтирующих реакторов
    - 1.8.1 Заземление КРУЭ и площадки автотрансформаторов
    - 1.8.2 Заземление площадки шунтирующих реакторов
    - 1.8.3 Молниезащита территории КРУЭ и площадок автотрансформаторов и шунтирующих реакторов
  - 2 Эксплуатация и диагностика элегазового оборудования (специальная часть)
    - 2.1 Диагностика элегазового оборудования
      - 2.1.1 Контроль плотности элегаза
      - 2.1.2 Контроль состояния элегазовой изоляции при появлении частичных разрядов
      - 2.1.3 Диагностика работоспособности выключателей с приводами
      - 2.1.4 Диагностика работоспособности ограничителей перенапряжения
      - 2.1.5 Микропроцессорная система диагностики и контроля подстанции с КРУЭ
    - 2.2 Электромагнитная совместимость микропроцессорных устройств и систем диагностики и контроля
    - 2.3 Процессы в отсеках КРУЭ при возникновении в них внутренней аварийной дуги и система мер защиты от ее воздействий
    - 2.4 Эксплуатация и техническое обслуживание КРУЭ
    - 2.5 Смотровое устройство micro «Vendoscope»
  - 3 Организационно-экономическая часть
    - 3.1 Определение методики
    - 3.2 Определение интегральных дисконтированных затрат
  - 4 Безопасность и экологичность проекта
    - 4.1 Общие положения
    - 4.2 Безопасность
      - 4.2.1 Влияние элегаза на организм человека
      - 4.2.2 Система вентиляции зала КРУЭ
    - 4.3 Экологичность проекта
    - 4.4 Чрезвычайные ситуации
      - 4.4.1 Обеспечение пожарной безопасности в здании КРУЭ на территории Приморской ГРЭС
      - 4.4.2 Противопожарный режим и обязанности работников Приморской ГРЭС по его поддержанию
- Графическая часть проекта: 1. Электрическая схема участка ЭЭС  
 2. Генплан до реконструкции  
 3. Размещение КРУЭ-500 кВ и трансформаторов (план)  
 4. Варианты компоновки КРУЭ-500 кВ  
 5. План и схема заполнения принятого варианта исполнения

- КРУЭ-500 кВ  
6, 7. Разрезы по КРУЭ-500 кВ  
8, 9, 10. Разрезы по открытой части распределительного устройства – 220 и 500 кВ  
11. Заземление и молниезащита  
12. Релейная защита шунтирующего реактора  
13. Лист по материалам специальной части.

Рекомендуемая литература:

1. Околович М.Н.. Проектирование электрических станций. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.
2. Гук Ю.Б., Кантан В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
3. Электротехнический справочник: В 4 т. / Под. общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл ред. А.И. Попов). - 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
4. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: В 8 т. / Под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. - М.: Папирус Про, 2005.
5. Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций. М.: Энергия, 1980.
6. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986.
7. Усов С.В. Электрическая часть электрических станций. М.: Энергия, 1977.
8. Двоскин Л.И. Схемы и конструкции распределительных устройств.–М.: Энергоатомиздат, 1985.
9. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 2005.
10. Гук Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1985.
11. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию / Под ред. А.А.Фёдорова. М.: Энергоатомиздат, 1986.
12. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
13. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 504 с.
14. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 199с
15. Беляков Ю.П., Козлов А.Н., Мясоедов Ю.В. Релейная защита и автоматика электрических систем: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 158 с.



16. Козлов А.Н., Козлов В.А., Мясоедов Ю.В. Графическая часть курсовых и дипломных проектов: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 120 с.

17. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.

***Специальность 140205 – «Электроэнергетические системы и сети»:***

*Типовая тематика:*

Проектирование электропередачи 500 кВ Дальневосточная-Владивосток.

Реконструкция электрической сети 220 и 110 кВ г. Владивостока в связи с вводом подстанции «Зеленый угол».

Проектирование электрической сети 220 кВ на участке Лесозаводск-Спасск-Дальневосточная.

Развитие Амурских западных электрических сетей 110 кВ в связи с вводом подстанции «Литейщик».

*Исследовательская тематика* (в зависимости от объема исследовательской части - либо дипломный проект, либо дипломная работа):

Анализ установившихся режимов в схемах, содержащих ГЭС, на примере Амурской энергосистемы..

Разработка мероприятий по снижению потерь электрической энергии в электрических сетях ФАО «ЦЭС».

Оптимизация коэффициентов мощности в электрической сети 110 кВ Амурской энергосистемы.

Расчет и анализ структурной и функциональной надежности в ЭЭС (вариант – с учетом «сенсорных» и «слабых» элементов сети).

Прогнозирование графиков нагрузки (генерации) и потерь в сети с использованием современных методов.

Пример: рекомендуемое содержание дипломного проекта типовой тематики.

Тема дипломного проекта: Проектирование электропередачи 220 кВ ПС «Князе-Волконская» – ПС «Ванино».

Исходными данными для рассматриваемого проекта служат: существующая однолинейная схема участка электроэнергетической системы (конфигурация, сечения проводов линий, длины участков, информация по источникам питания и по подстанциям); данные по электрическим нагрузкам в настоящее время и на перспективу. Эти данные дипломник получает во время преддипломной практики, либо – по архивным материалам кафедры и поиску недостающих сведений в Интернете.

В дипломном проекте должны быть решены следующие вопросы:

1 Основная часть

1.1 Краткая характеристика реконструируемого района

- 1.1.1 Географическая характеристика
- 1.1.2 Необходимость реконструкции
- 1.1.3 Характеристика существующей схемы электроснабжения
- 1.2 Расчёт электрических нагрузок
- 1.3 Выбор варианта сети
- 1.4 Технический анализ варианта сети
- 1.5 Расчет и анализ режимов (с применением программы СДО-6 или аналога)
- 1.6 Расчет токов короткого замыкания
  - 1.6.1 Расчет максимального режима
  - 1.6.2 Расчет минимального режима
  - 1.6.3 Расчет токов нулевой последовательности
- 1.7 Выбор оборудования
- 1.8 Расчет релейной защиты и автоматики
- 1.9 Расчет молниезащиты подстанции
- 1.10 Расчет надежности
- 2 Специальная часть
- 3 Организационно экономическая часть
  - Цель и задачи проекта
  - Затраты на реализацию проекта
  - Источники инвестиций и жизненный цикл объекта
  - Определение бюджетной эффективности
- 4 Безопасность и экологичность (по согласованию с консультантом)

- Графическая часть проекта:
- 1. Схема участка ЭЭС до и после реконструкции
  - 2. Схема замещения, данные по токам к.з.
  - 3. Результаты расчета и анализа режимов
  - 4. Главная схема подстанции
  - 5, 6. План подстанции и разрезы
  - 7. Заземление и грозозащита
  - 8. Микропроцессорная РЗиА
  - 9. Лист по материалам специальной части
  - 10. Листы, иллюстрирующие другие разделы проекта

#### Рекомендуемая литература:

- 1. Электротехнический справочник: В 4 т. / Под. общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл ред. А.И. Попов). - 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
- 2. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: В 8 т. / Под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. - М.: Папирус Про, 2005.
- 3. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 2005.
- 4. Совалов С.А. Режимы Единой энергосистемы. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 384 с.
- 5. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Окин А.А. Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. – М.: Энергоатомиздат, 1990.- 390 с.
- 6. Кочкин В.И., Нечаев О.П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий. – М.: Изд-во ЭНАС, 2001.

7. Околович М.Н.. Проектирование электрических станций. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.
8. Гук Ю.Б., Кантан В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
9. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
10. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 504 с.
11. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 199с
12. Беляков Ю.П., Козлов А.Н., Мясоедов Ю.В. Релейная защита и автоматика электрических систем: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 158 с.
13. Козлов А.Н., Козлов В.А., Мясоедов Ю.В. Графическая часть курсовых и дипломных проектов: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 120 с.
14. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.

***Специальность 140211 – «Электроснабжение»:***

*Типовая тематика:*

Разработка системы электроснабжения предприятия (или части цехов предприятия, если оно крупное).

Разработка системы электроснабжения города (или района).

Разработка системы электроснабжения сел или поселков.

Реконструкция системы электроснабжения (объекты – те же).

Модернизация системы электроснабжения (объекты – те же).

Разработка системы внешнего электроснабжения района

Разработка системы внешнего электроснабжения города.

Разработка системы электроснабжения собственных нужд.

*Исследовательская тематика* (в зависимости от объема исследовательской части - либо дипломный проект, либо дипломная работа):

Системный анализ потерь электроэнергии в распределительных сетях 10 кВ г. Благовещенска в районе подстанций «Сетевая» и «Западная».

Автоматизация проектирования низковольтного электроснабжения промышленного предприятия.

Определение и анализ технических потерь электрической энергии в сети 10 кВ центральной части г. Свободного.

Пример: рекомендуемое содержание дипломного проекта типовой тематики.

Тема дипломного проекта: Реконструкция системы внутреннего электроснабжения сельскохозяйственного района, питающегося от подстанции 35/10 кВ «Спасск» и от подстанции 35/10 кВ «Ярцево» Архаринского РЭС.

Исходными данными для рассматриваемого проекта служат: существующая однолинейная схема электроснабжения района (конфигурация, сечения проводов линий 35 и 10 кВ, длины участков, информация по подстанциям); данные по электрическим нагрузкам в настоящее время и на перспективу. Эти данные дипломник получает во время преддипломной практики.

В дипломном проекте должны быть решены следующие вопросы:

#### 1 Основная часть

- Общая характеристика проектируемого объекта
- Оценка надежности существующей схемы электроснабжения
- Расчет электрических нагрузок
- Проверка числа и мощности трансформаторов на ТП
- Компенсация реактивной мощности
- Расчет питающей сети 10 кВ
  - Проверка и выбор воздушных линий
- Выбор и проверка распределительной сети 0,4 кВ
- Расчет токов короткого замыкания
  - Расчет токов КЗ в сети до 1 кВ
  - Расчет токов КЗ в сети выше 1 кВ
- Проверка и выбор коммутационных аппаратов 10 кВ и 0,4 кВ
- Оценка надежности предлагаемой схемы электроснабжения
- Расчет емкостных токов замыкания на землю
- Замена вентильных разрядников на ограничители перенапряжений
- Выбор и расчет релейной защиты трансформаторов и отходящих линий

#### 2 Специальная часть

#### 3 Организационно – экономическая часть

- Цель организационно-экономической части
- Техническая осуществимость проекта
- Определение капиталовложений
- Определение экономической эффективности

#### 4 Безопасность и экологичность проекта (по согласованию с консультантом)

Графическая часть проекта:

1. Схема сети ВН электроснабжения до реконструкции
2. Схема сети ВН электроснабжения после реконструкции
3. Схема распределительной сети 0,4 кВ
4. Главная схема питающей подстанции
5. План подстанции
6. Разрезы
7. Релейная защита и автоматика
8. Лист по материалам специальной части
9. Листы, иллюстрирующие другие разделы проекта

## Рекомендуемая литература:

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. Пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 480 с.
2. Справочник по проектированию электроснабжения. Под ред. Ю.Г. Барыбина – М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. Под ред. Ю.Г. Барыбина – М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Т.1. Электроснабжение. Под общ. ред. А.А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
5. Электротехнический справочник: В 4 т. / Под. общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл ред. А.И. Попов). - 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
6. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: В 8 т. / Под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. - М.: Папирус Про, 2005.
7. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
8. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
9. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. – М.: Мастерство, 2001.
10. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. – СП 31-110-2003. Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.
11. Тульчин И.К., Нудлер Г.И. Электрические сети и электрооборудование жилых и общественных зданий. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
12. Харченко В.Н. Рекомендации по электроснабжению индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных сооружений. – М.: ЗАО «Энергосервис», 1999.
13. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
14. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
15. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга. – М.: Энергия, 1976.
16. Киреева Э.А. Автоматизация и экономия электроэнергии в системах промышленного электроснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 1998.
17. Карякин Р.Н. Нормы устройства сетей заземления. – М.: Энергосервис, 2000.
18. Карякин Р.Н. Заземляющее устройство электроустановок. Справочник. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2000.
19. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей. Под ред. В.М. Блок. – М.: Высшая школа, 1990.
20. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98.

21. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
22. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 504 с.
23. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. - М.: Издательство МЭИ, 2000. – 199с
24. Гук Ю.Б., Кантан В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
25. Беляков Ю.П., Козлов А.Н., Мясоедов Ю.В. Релейная защита и автоматика электрических систем: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 158 с.
26. Козлов А.Н., Козлов В.А., Мясоедов Ю.В. Графическая часть курсовых и дипломных проектов: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 120 с.
27. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.

Знакомство с примерами развернутых заданий на проектирование позволяет отметить, что в темах разных специальностей есть повторяющиеся вопросы. Это не случайно. На заседании кафедры энергетики было принято решение, что у студентов электроэнергетических специальностей, независимо от направления подготовки, должны быть обязательные разделы. К ним относятся:

- *Вопросы надежности (оценка надежности)*. Раздел может быть в основной части, в специальной части и как одна из составляющих экономической части.

- *Заземление*.

- *Защита от прямых ударов молнии*. (может быть исключен только для специальности 140203 при соответствующем обосновании).

- *Релейная защита и автоматика*. Объем раздела устанавливается руководителем. Обязательное требование – устройства РЗА должны выполняться на микропроцессорной базе (для всех специальностей).

- *Вопросы измерения и учета электроэнергии*.

- *Управление коммутационными аппаратами*. На листе релейной защиты в обязательном порядке должна быть приведена хотя бы одна схема управления приводом выключателя, принятого к установке в проекте.

#### 2.4.2.1. Характеристика источников электроснабжения и потребителей электроэнергии

Технические условия на присоединение новых или дополнительных мощностей к сетевым трансформаторам энергоснабжающей организации:

а) точки присоединения (подстанция, электростанция или линия электропередачи) напряжения, на которых должны быть выполнены питающий объект, воздушные или кабельные линии, а также ожидаемый уровень напряжения в этих точках;

б) обоснованные требования по усилению существующей сети в связи с появлением нового потребителя (увеличение сечений проводов, замена или увеличение мощности трансформаторов, сооружение ячеек и т.п.);

в) расчетные значения токов короткого замыкания и токов замыкания на землю; требования к релейной защите, автоматике, изоляции и защите от перенапряжений;

г) требования к компенсации реактивной мощности, величина реактивной мощности, передаваемой энергосистемой предприятию в часы своих максимальных и минимальных нагрузок ( $Q_{э1}$  и  $Q_{э2}$ );

д) требования к учету электроэнергии;

е) требования к установке стабилизирующих устройств и приборов контроля качества электрической энергии у ее приемников в соответствии с ГОСТ-13109-97;

ж) требования по регулированию суточного графика нагрузки;

з) специфические требования к электроустановкам потребителей (необходимость резервного питания и защиты на вводах, допустимость параллельной работы питающих линий, выделение ответственных нагрузок на отдельные резервируемые питающие линии и др.);

к) требования к разработке в проекте решений по организации эксплуатации электроустановок (например, включение двигателя, мощностью 6 МВт производится с предварительным извещением диспетчера энергосистемы и т.п.);

Кроме технических условий, перед началом проектирования необходимо иметь следующие материалы:

1. Распределение электроприемников (групп электроприемников) в процентах по требуемой надежности электроснабжения с обязательным выделением электроприемников особой группы и I категории.

2. Виды и технические данные релейной защиты.

3. Режим нейтралей трансформаторов.

4. Данные о средней грозовой деятельности (в часах) в году.

5. Максимальное значение удельного электрического сопротивления грунта в местах расположения электроустановок.

6. Удельное тепловое сопротивление земли.

7. Данные о температуре воздуха в наиболее жаркий месяц (в градусах по шкале Цельсия).

8. Данные о температуре земли в наиболее жаркий месяц на глубине 1 м, высоте над уровнем моря, уровне грунтовых вод.

9. Сведения о степени загрязненности атмосферы в месте расположения электроустановки.

10. Классификация электроприемников по назначению, установленной мощности, роду тока, режиму работы, напряжению, категории бесперебойности в соответствии с ПУЭ и т.д. (оформляется в виде таблицы).

#### 2.4.2.2. Выбор числа и мощности трансформаторов

*Силовые трансформаторы на подстанции.* Количество силовых трансформаторов, планируемых к установке на проектируемой подстанции, в первую очередь определяется категорией потребителей по надежности электроснабжения [5]. При наличии потребителей первой категории их количество должно быть в соответствии с рекомендациями ПУЭ не менее двух.

*Наиболее часто на подстанциях устанавливаются два трансформатора или автотрансформатора.* В этом случае при правильном выборе мощности трансформаторов обеспечивается надежное электроснабжение потребителей даже при аварийном отключении одного из них.

На двухтрансформаторных подстанциях в первые годы эксплуатации, пока нагрузка не достигла расчетной, возможна установка одного трансформатора. В течение этого периода необходимо обеспечить резервирование электроснабжения потребителей по сетям среднего или низшего напряжения. В дальнейшем, при увеличении нагрузки до расчетной устанавливается второй трансформатор. Если при установке одного трансформатора обеспечить резервирование по сетям СН и НН нельзя или полная расчетная нагрузка подстанции ожидается раньше, чем через 3 года после ввода ее в эксплуатацию, то подстанция сооружается по конечной схеме, т. е. с двумя трансформаторами.

*Однотрансформаторные подстанции могут сооружаться для питания неотчетственных потребителей третьей категории,* если замена поврежденного трансформатора или ремонт его производится в течение не более одних суток. *Сооружение однотрансформаторных подстанций для потребителей второй категории допускается при наличии централизованного передвижного трансформаторного резерва* или другого резервного источника питания от сети СН или НН, включаемого вручную или автоматически.

Централизованный трансформаторный резерв широко используется в схемах электроснабжения промышленных предприятий. В этом случае в цехах сооружаются однотрансформаторные подстанции, и предусматривается один резервный трансформатор, который при необходимости может быть установлен на любой цеховой подстанции. То же самое может быть предусмотрено для сетевого района, объединяющего несколько подстанций, связанных подъездными дорогами, состояние которых позволяет в любое время года перевезти резервный трансформатор на любую подстанцию.

Установка четырех трансформаторов возможна на подстанциях с двумя средними напряжениями (220/110/35/10 кВ, 500/220/35/10 кВ, и др.).

Трансформаторы и автотрансформаторы с ВН до 500 кВ включительно по возможности выбираются трехфазными.

Группы из однофазных трансформаторов устанавливаются при отсутствии трехфазных трансформаторов соответствующей мощности. При установ-



ке одной группы однофазных трансформаторов предусматривается одна резервная фаза. В ряде случаев может оказаться более экономичным применение спаренных трехфазных трансформаторов (автотрансформаторов).

Мощность трансформаторов выбирается по условиям:

при установке одного трансформатора -

$$S_{ном} \geq S_{max};$$

при установке двух трансформаторов -

$$S_{iii} \geq \frac{S_{max}}{2}; \quad S_{iii} \geq \frac{S_{max}}{1,4}.$$

где  $S_{max}$  - наибольшая нагрузка подстанции на расчетный период 5 лет.

Трансформаторы, выбранные по двум последним условиям, обеспечивают питание всех потребителей в нормальном режиме при оптимальной загрузке трансформаторов 0,6-0,7  $S_{ном}$ . При аварии или выводе одного из трансформаторов в ремонт, оставшийся в работе трансформатор должен обеспечивать питание потребителей с допустимой длительной перегрузкой не более 40% от его номинальной мощности или с перегрузкой, определяемой из условий температурного режима трансформаторов. В некоторых случаях из-за невозможности обеспечить условия допустимой перегрузки трансформаторов разрешается их разгрузка за счет отключения всех или части потребителей третьей категории средствами автоматической разгрузки или эксплуатационным персоналом.

При выборе мощности автотрансформаторов, к обмотке НН которых присоединены синхронные компенсаторы, необходимо проверить загрузку общей обмотки автотрансформатора.

При решении вопросов курсового проектирования допустимая аварийная перегрузка трансформатора не может быть определена достаточно точно, согласно требованиям ГОСТа, вследствие недостаточности исходных данных (наличия зимних и летних графиков нагрузок, температуры окружающей среды и др.); поэтому выбор номинальной мощности трансформаторов рекомендуется проводить по упрощенной методике.

При дипломном проектировании выбор мощности силовых трансформаторов целесообразно проводить по условиям температурного нагрева.

Трансформаторы связи на ТЭЦ. На электростанциях, имеющих шины генераторного напряжения, предусматривается установка трансформаторов для связи этих шин с шинами повышенного напряжения. Такая связь необходима для выдачи избыточной мощности в энергосистему в нормальном режиме, когда работают все генераторы, и для резервирования питания нагрузок на напряжении 6-10 кВ при плановом или аварийном отключении одного генератора.

*Число трансформаторов связи обычно не превышает двух и выбирается из следующих соображений.*

При трех или более секциях сборных шин ГРУ устанавливаются два трансформатора связи. Это позволяет создать симметричную схему и уменьшить перетоки мощности между секциями при отключении одного генератора.

При выдаче в энергосистему от ТЭЦ значительной мощности, соизмеримой с мощностью вращающегося резерва энергосистемы (10-12% общей установленной мощности энергосистемы), необходима установка двух трансформаторов. В этом случае обеспечивается надежная выдача избыточной мощности в энергосистему.

В остальных случаях, когда ГРУ состоит из одной (двух) секций и выдаваемая в энергосистему мощность невелика, допустима установка одного трансформатора связи.

*Трансформаторы связи должны обеспечить выдачу в энергосистему всей активной и реактивной мощности генераторов за вычетом нагрузок собственных нужд и нагрузок распределительного устройства генераторного напряжения в период минимума нагрузки, а также выдачу в сеть активной мощности, вырабатываемой по тепловому графику в нерабочие дни.*

Мощность трансформаторов связи выбирается с учетом возможности питания потребителей в летний период, когда при снижении тепловых нагрузок может потребоваться остановка теплофикационных агрегатов. Учитывается также необходимость резервирования питания нагрузок в период максимума при выходе из строя наиболее мощного генератора, присоединенного к ГРУ.

*Выбор числа и мощности трансформаторов связи на КЭС, ГЭС и АЭС.* На мощных КЭС, ГЭС и АЭС выдача электроэнергии в энергосистему происходит на двух, а иногда на трех повышенных напряжениях.

Связь между распределительными устройствами разного напряжения осуществляется обычно с помощью автотрансформаторов, применение которых обусловлено рядом преимуществ.

*Мощность автотрансформаторов выбирается по максимальному перепаду между распределительными устройствами высшего и среднего напряжения, который определяется по наиболее тяжелому режиму.*

Расчетным режимом может быть выдача мощности из РУ среднего напряжения в РУ высшего напряжения, имеющего связь с энергосистемой. При этом необходимо учитывать в расчете минимальную нагрузку на шинах СН. Более тяжелым может оказаться режим передачи мощности из РУ высшего напряжения в РУ среднего напряжения при максимальной нагрузке на шинах СН и отключении одного из энергоблоков, присоединенных к этим шинам.

Число автотрансформаторов связи определяется схемой прилегающего района энергосистемы. При наличии дополнительных связей между линиями высшего и среднего напряжения в энергосистеме на электростанции может быть установлен один автотрансформатор, а в некоторых случаях возможен отказ от установки автотрансформатора связи. При таком решении упрощается конструкция РУ и уменьшаются токи КЗ на шинах высшего и среднего напряжения.

Если связей между линиями высшего и среднего напряжения в прилегающем районе энергосистемы нет, устанавливаются два автотрансформатора.

Подробно все упомянутые выше вопросы рассмотрены в учебном пособии [5] - Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть стан-

ций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.

#### 2.4.2.3. Выбор главной схемы электрических соединений

*Выбор главной схемы электрических соединений станции.* При выборе главной схемы электрических соединений ГЭС необходимо учитывать ее особенности. Как правило, ГЭС сооружается вдали от потребителей, поэтому вся мощность выдается на одном или двух повышенных напряжениях. Эта особенность ГЭС позволяет применять блочное соединение генератор-трансформатор, не предусматривая сборных шин генераторного напряжения.

Увеличение установленной мощности ГЭС практически исключается, т.к. она проектируется по максимальному водотоку. Вследствие этого число линий высокого напряжения обычно не увеличивается, поэтому расширения РУ высокого напряжения не требуется. Эта особенность ГЭС позволяет широко применять схемы многоугольников, сдвоенных квадратов, схемы с 3/2 и 4/3 выключателями на цепь.

Многие ГЭС работают в пиковой части графика нагрузки, поэтому агрегаты часто включаются, что требует установки выключателей на генераторном напряжении. В цепях генераторов устанавливаются выключатели нагрузки в следующих случаях:

- при подключении генераторов к схемам 3/2, 4/3, многоугольник и других;
- при подключении генераторов к автотрансформаторам;
- в укрупненных и объединенных энергоблоках.

*Выбор главной схемы подстанции.* Выбор главной схемы электрических соединений подстанции следует производить с учетом следующих факторов: типа проектируемой подстанции; числа и мощности устанавливаемых силовых трансформаторов; категоричности потребителей электрической энергии по надежности электроснабжения; уровней напряжения; количества питающих линий и отходящих присоединений; величин токов короткого замыкания, экономичности принимаемых вариантов; гибкости и удобства в эксплуатации; безопасности в обслуживании и др. Варианты схем электрических соединений приведены в электротехническом справочнике [т.3, кн.1.], а наиболее распространенные схемы показаны в [5].

На стороне 6-10 кВ наиболее простой схемой является *схема с одной системой сборных шин* с разделением сборных шин на секции, число которых обычно соответствует количеству источников питания. На подстанциях промышленных предприятий секционный выключатель в нормальном режиме обычно отключен в целях ограничения токов КЗ.

Схема с одной системой шин позволяет широко использовать комплектные распределительные устройства (КРУ), имеющие ячейки с выключателями, установленными на выкатных тележках, что снижает стоимость монтажа, позволяет широко применять механизацию, уменьшает время сооружения электроустановки и позволяет эффективно их эксплуатировать и ремонтировать. При

использовании ячеек КСО источники питания и линии 6-10 кВ присоединяются к сборным шинам с помощью выключателей и разъединителей. На каждую цепь необходим один выключатель, который служит для отключения и включения этой цепи в нормальных и аварийных режимах. Операции с разъединителями необходимы только при выводе присоединения в целях обеспечения безопасного производства работ. Вследствие однотипности и простоты операций с разъединителями аварийность из-за неправильных действий с ними дежурного персонала мала, что относится к достоинствам рассматриваемой схемы. Достоинствами схемы также являются простота, наглядность, экономичность, достаточно высокая надежность

Наряду с достоинствами схема с одной несекционированной системой шин обладает рядом недостатков. Для ремонта сборных шин и шинных разъединителей любого присоединения необходимо полностью снять напряжение со сборных шин, т.е. отключить источники питания. Это приводит к перерыву электроснабжения всех потребителей на время ремонта. При повреждении и последующем ремонте одной секции ответственные потребители, нормально питающиеся с обеих секций, остаются без резерва, а потребители, не резервированные по сети, отключаются на все время ремонта. В этом режиме источник питания, подключенный к ремонтируемой секции, отключается на все время ремонта.

С учетом особенностей электроприемников (I и II категорий), их схемы электроснабжения (отсутствие резерва по сети), а также большого количества присоединений к сборным шинам для главного распределительного устройства ТЭЦ на ряде крупных понизительных подстанций предприятий черной и цветной металлургии, на заводских ТЭЦ при технико-экономическом обосновании может предусматриваться *схема с двумя системами сборных шин*

Подробно все упомянутые выше вопросы рассмотрены в учебном пособии [5] - Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.

#### 2.4.2.4. Расчет токов короткого замыкания. Выбор и проверка электрооборудования и проводников

Порядок расчета и рекомендации по выполнению данного раздела:

1. Составляется расчетная схема с указанием точек и видов к.з. В расчетную схему вводятся все источники (генераторы, двигатели), участвующие в питании точки к.з., а также все элементы (воздушные и кабельные линии, трансформаторы, реакторы и т.п.) с указанием их технических данных (мощность и напряжение к.з. трансформаторов, длина и сечение проводника, параметры реактора и т.д.).

При составлении расчетной схемы следует исходить из нормального режима работы рассматриваемой схемы электроснабжения. Синхронные двигатели следует учитывать в качестве дополнительных источников питания. Учет асинхронных двигателей, как дополнительных источников питания к.з., реко-

мендуется проводить только в тех случаях, если они присоединены в непосредственной близости от места трехфазного к.з. При мощности асинхронных двигателей до 100 кВт их учет не обязателен при условии, что они отделены от места к.з. хотя бы одной ступенью трансформации.

**Расчет токов к.з. производится на стороне высшего и низшего напряжения всех подстанций, на шинах РП 6-10 кВ, на зажимах мощных высоковольтных электроприемников.**

2. Составляется схема замещения, на которой все элементы расчетной схемы представляются в виде сопротивлений. В схеме замещения сопротивления рекомендуется изображать прямоугольниками, обозначая в дробном виде: порядковый номер (в числителе) и величину каждого из сопротивлений (в знаменателе).

3. Расчет токов к.з. в установках напряжением выше 1000 В следует проводить в относительных единицах, используя приближенное приведение параметров элементов схемы к принятым базисным условиям ( $S_\delta$ ,  $U_\delta$ ).

4. Расчетным видом к.з. при проверке динамической устойчивости оборудования распределительных устройств является трехфазное короткое замыкание. По току трехфазного к.з. следует проверять и термическую устойчивость выбранных аппаратов и проводников, а также отключающую способность аппаратов в сетях 6-35 кВ. В сетях 110 кВ и выше определяют токи при трехфазном и однофазном к.з., а проверку по отключающей способности выполняют по большему току.

5. В сетях 6-35 кВ необходимо также вычислять ток замыкания на землю для проверки соответствия получаемой величины нормируемым значениям, при этом допускается использовать упрощенные выражения, позволяющие приближенно оценить величину тока замыкания на землю.

6. Расчеты токов к.з. в установках до 1000 В рекомендуется проводить в именованных единицах. Особое внимание следует обратить на выявление и учет сопротивлений всех элементов короткозамкнутой цепи. Необходимо учитывать активные и индуктивные сопротивления не только проводов, кабелей и шин, но и сопротивление первичных обмоток трансформаторов тока, сопротивление токовых катушек расцепителей автоматов, сопротивления различных контактных соединений и др.

Рекомендуется провести подробный расчет токов к.з. для двух-трех точек; одна, две – на стороне высшего напряжения, другая – на стороне напряжением до 1000 В. Результаты всех расчетов токов к.з. необходимо представить в табличном виде с указанием отдельных составляющих тока к.з. во всех расчетных точках.

На основании полученных значений токов необходимо произвести выбор и проверку электрооборудования. Выбору подлежат: выключатели, разъединители, электроизмерительные приборы, трансформаторы тока и напряжения, шины, аппараты низшего напряжения.

Применяемые в настоящее время повсеместно комплектные электротехнические устройства, как правило, обеспечивают необходимую термическую и

динамическую стойкость оборудования, но проверка их, тем не менее, необходима с учетом конкретных условий установки.

Широкое применение получили блочные и комплектные трансформаторные подстанции 35-220 кВ, оборудованные комплектными распределительными устройствами напряжением 6-10 кВ выкатного (КРУ) и стационарного (КСО) исполнения, для внутренней и наружной установки.

Номенклатура указанных изделий отечественного и зарубежного производства весьма обширна и постоянно совершенствуется и обновляется. Поэтому при выборе конкретного электрооборудования рекомендуется пользоваться каталогами заводов-изготовителей со сроком давности не более 3-5 лет. Эти же данные могут быть получены в сети Интернет. Адреса сайтов заводов-изготовителей имеются на кафедре. На кафедре имеется также электронный каталог современного электроэнергетического оборудования.

#### 2.4.2.5. Компенсация реактивной мощности

После определения суммарной мощности компенсирующих устройств (КУ), требуемых к установке по условиям питающей энергосистемы, необходимо решить задачу распределения их и выбора типа КУ. Выбор способа и средств автоматического регулирования мощности компенсирующих устройств проводится на основе анализа изменения нагрузки и напряжения в электрических сетях в процессе установившихся режимов работы системы электроснабжения. Степень компенсации реактивной мощности должна удовлетворять нормативам энергоснабжающей организации и Главгосэнергонадзора.

#### 2.4.2.6. Качество электроэнергии

Определяются возможные изменения напряжения в узлах нагрузки и на зажимах электроприемников в различных режимах их работы в соответствии с ГОСТ 13109-97.

При необходимости производится выбор схем и средств регулирования напряжения, определяются границы действия РПН трансформаторов ГПП или АРН генераторов ТЭЦ.

Производится анализ возможных несимметричных режимов, проверяется наличие нелинейных и резкопеременных нагрузок, оценивается их влияние на работу остальных электроприемников (например, влияние сварочных аппаратов на освещение в цехе и т.п.). При необходимости в проекте осуществляется выбор устройств для ограничения несинусоидальности, несимметрии и колебаний напряжения.

#### 2.4.2.7. Релейная защита и противоаварийная автоматика

Данный раздел является обязательным в основной части дипломного проекта независимо от содержания специальной части проекта.

Раздел должен выполняться по следующему плану:

назначение релейной защиты (применительно к схеме и элементам принятым в проекте);

выбор и обоснование источников оперативного тока;

защита элементов электрической сети (по согласованию с руководителем проекта). В разделе необходимо рассчитать релейную защиту не менее 2-3 элементов;

устройства автоматики в схеме электроснабжения (АПВ, АВР, АЧР, АРН);

Защита каждого элемента рассматривается в пояснительной записке в следующей последовательности:

- краткая характеристика защищаемого присоединения (его параметры, режим работы, тип выключателя и привода и другие сведения, представляющие интерес с точки зрения релейной защиты);

- выбор и обоснование схем защиты;

- расчет основных параметров принятых релейных защит и выбор аппаратной базы.

Выполненные проекты релейных защит должны соответствовать ПУЭ. Защита, как правило, должна быть выполнена на микропроцессорных терминалах. Схемы релейной защиты и автоматики представляются в графической части дипломного проекта.

#### 2.4.2.8. Расчет электрического освещения

Раздел обязателен для специальности 140211; для остальных специальностей выполняется по согласованию с руководителем, может быть темой специального вопроса. В этом разделе выполняется расчет внутреннего или наружного освещения проектируемого объекта.

Необходимо выполнить светотехнический и электрический расчет освещения.

Светотехнический расчет включает:

- выбор видов и систем освещения;

- выбор норм освещенности для отдельных помещений и рабочих мест;

- выбор типов светильников и их расположения;

- определение светового потока и мощности одной и всех установленных ламп.

Светотехнический расчет освещения может быть выполнен методом коэффициента использования светового потока или точечным методом.

В электрическом расчете осветительной сети должны быть подробно рассмотрены вопросы выбора принципиальной схемы питания осветительной установки, марки, способа прокладки, сечение проводов и кабелей, а также, электрооборудование осветительной сети. Следует также произвести выбор схемы автоматического управления освещением. Расчеты иллюстрируются схемой и планом помещения с указанием размещения светотехнической аппаратуры и трасс проводки.

#### 2.4.2.9. Заземление и защита от перенапряжения

*Проектирование заземляющего устройства.* С целью обеспечения безопасности людей и защиты электрооборудования в электроустановках напряжением до и выше 1 кВ должны быть сооружены заземляющие устройства и заземлены корпуса электрооборудования [ 6 ]. Одно и то же заземляющее устройство на подстанции может выполнять различные функции, являясь и защитным, и рабочим, и грозозащитным.

Расчет заземляющего устройства производится для той части установки, для которой в основной части проекта подробно рассматривался вопрос выбора главной схемы электрических соединений, производился расчет токов к.з., выбор электрооборудования.

Проектирование заземления осуществляется в следующей последовательности:

- краткая характеристика и исходные данные: номинальное напряжение, компоновка оборудования и конструкций подстанций; сведения о наличии естественных заземлителей; характеристика грунта и климатической зоны; способ заземления нейтрали трансформатора;

- определение величины сопротивления всей системы заземления согласно требованиям ПУЭ;

- составление предварительного проекта системы заземления с выравниванием потенциалов внутри контура;

- расчет сопротивления естественных заземлителей;

- расчет сопротивления искусственных заземлителей;

- проверка заземления на термическую устойчивость;

- конструирование заземляющего устройства (уточняется предварительный проект в соответствии с данными расчета);

- вычерчивается эскиз заземляющего устройства.

*Защита от перенапряжений.* Необходимо дать краткую характеристику перенапряжениям и обосновать возможности появления их в рассматриваемой электроустановке. Предусмотреть защиту элементов системы электроснабжения от перенапряжений, используя ограничители перенапряжений (ОПН). Обосновать место их установки и тип. Следует выбрать и обосновать защиту от прямых ударов молнии подходов ЛЭП к подстанции.

Затем необходимо перейти к защите электрооборудования подстанции от прямых ударов молнии.

Расчет и конструирование грозозащиты производится в следующей последовательности:

- определяется, к какому классу и категории, с точки зрения грозозащитных мероприятий, относится данный объект и какие требования к нему предъявляются;

- определяется высота объектов, подлежащих защите, выбирается число молниеотводов и рассчитывается их высота;

- решается вопрос о месте установки молниеотводов;



- производится расчет и построение зоны защиты молниеотводов на высоте оборудования;

- решается вопрос о заземлении стержневых и тросовых молниеотводов.

#### 2.4.3. Специальная часть дипломного проекта

Содержание и структура специальной (исследовательской) части дипломного проекта определяются темой и поставленной вами целью. Поэтому давать конкретные рекомендации здесь невозможно, за исключением нескольких общих замечаний.

1. Выбирайте тему, о которой уже имеете некоторое представление. Не откладывайте теорию «на потом», сначала прочитайте специальную литературу, и уже затем сформулируйте цели и задачи – тогда к моменту перехода к исследовательской части вы будете знать: а) что нужно сделать и б) как это сделать.

2. Обязательно делайте промежуточные выводы; по мере расчетов и анализа комментируйте каждый свой шаг с точки зрения того, как это связано с целью и задачами работы. Не бойтесь констатировать несоответствия, противоречия – все это составная часть любого исследования.

#### 2.4.4. Основная часть дипломной работы

Содержание и структура квалификационной выпускной работы, в которой решается научная или научно-практическая задача, определяются вами вместе с руководителем темы. Поэтому какие-либо конкретные рекомендации здесь тем более неуместны. Можно лишь предложить читателю еще раз вернуться к общим замечаниям, изложенным в предыдущем пункте (2.4.3.).

### **2.5. Методические рекомендации по выполнению организационно-экономической части дипломного проекта**

Содержание организационно-экономической части дипломного проекта должно быть органически связано с его основным содержанием, поэтому, в зависимости от темы, меняется и наполнение выше указанной части дипломного проекта.

#### 2.5.1. Проект реконструкции или строительства объектов

Для тем дипломных проектов, связанных с реконструкцией системы электроснабжения предприятия, реконструкцией сетевого района, реконструкцией или строительства районной понизительной подстанции или ГПП завода и тому подобных проектов рекомендуется провести расчет финансово-экономической эффективности внедрения данного проекта. Расчет должен быть произведен в соответствии с основным директивным документом для Российской практики анализа инвестиционных проектов, а именно - «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов», 2000г.

### 2.5.1.1 Критерии эффективности проектов

Согласно методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов в основе принятия решения о приемлемости проекта лежит определение его ценности.

Ценность проекта - это разница между выгодами по проекту и затратами на его реализацию и эксплуатацию, т.е.

$$\text{Эт} = \text{Рт} - \text{Зт} , \quad (1)$$

где Эт-ценность или эффект по проекту;

Рт-выгоды или поступления по проекту;

Зт-затраты или расходы по проекту;

t- горизонт расчета.

**Поступления** складываются из всех платежей за произведенную по проекту продукцию и оказанные услуги. Сюда включены продажи за наличные, по которым деньги уже получены, и продажи, по которым платежи еще не поступили, но покупатели стали должниками. Доходы от продажи планируются путем умножения прогнозируемого объема реализации продукции проекта на рыночные или контролируемые цены. К прочим поступлениям относятся субсидии и иные доходы (например, арендная плата за пользование собственностью проекта), которые, вместе с доходами от продаж, дают полную сумму текущих поступлений. В сумму поступлений входит также выручка от продажи активов проекта.

Расходы равняются всем платежам за товары и услуги, используемые для выпуска продукции проекта, и делятся на две группы: **эксплуатационные расходы и капитальные затраты**.

В эксплуатационные расходы входят оплата труда, материалов и топлива, арендная плата, оплата коммунальных, общих и административных услуг, налоги, а также платежи за иные товары или услуги, необходимые для выпуска продукции проекта. Эксплуатационные расходы, в том числе расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт, имеют место каждый год, начиная с первого дня ввода проекта в эксплуатацию. Эксплуатационные расходы оплачиваются из общих доходов предприятия. Как и доходы, подсчитываемые за каждый период, эксплуатационные (текущие) расходы включают также еще непоплаченную задолженность за оказанные проекту услуги. Примером могут служить счета за коммунальные услуги, которые оплачивают за прошедший месяц пользования теплом или электроэнергией.

Капитальными затратами являются **инвестиции**, необходимые для осуществления проекта. К ним также относятся расходы на замену или модернизацию фондов, которые износились в ходе хозяйственной деятельности проекта, а также расходы на капитальный ремонт для поддержания в рабочем состоянии фондов проекта в период проведения анализа. Если, например, анализ охватывает 10 или 20 лет, то возможно, что оборудование пришлось заменить не один

раз, а инфраструктура и другие основные сооружения нуждаются в реконструкции.

Для оценки рентабельности проекта в данном случае необходимо использовать контролируемые государством цены.

Управляемые цены устанавливаются правительственным органом и направлены на обеспечение фиксированного уровня субсидий.

После оценки потоков проектируемых расходов и поступлений следует этап калькуляции интегральных показателей достоинства проекта. К ним относятся **чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма дохода (ВНД), индекс доходности (ИД), срок окупаемости (Ток)**.

### **Чистый дисконтированный доход (Net Present Value - NPV)**

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) равен разности между текущей ценностью потока будущих доходов или выгод и текущей ценностью потока будущих затрат на осуществление, эксплуатацию и техническое обслуживание проекта на всем протяжении срока его жизни.

ЧДД можно рассматривать как текущую ценность потока доходов или выгод от сделанных капиталовложений. В финансовом анализе рентабельности ЧДД представляет собой текущую ценность потока чистых поступлений, получаемых лицом или фирмой, в интересах которых предпринимается проект.

Для калькуляции ЧДД по проекту необходимо определить соответствующую ставку дисконта, использовать ее для дисконтирования потоков выгод и затрат, а затем суммировать полученные приведенные ценности. В анализе финансовой рентабельности, ставка дисконта обычно является стоимостью капитала для фирмы. В случае экономического анализа ставка дисконта должна представлять собой альтернативную стоимость капитала, т.е. прибыль, которая могла бы быть получена при инвестировании в альтернативные проекты. Если сумма дисконтированных ценностей имеет положительное значение, проект окажет положительное влияние на результаты деятельности фирмы или экономики в целом и может быть рекомендован для финансирования.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T \frac{D_t - C_t}{(1 + E_t)^t}, \quad (2)$$

где:  $P_t$  - суммарные выгоды или затраты проекта в год,

$Z_t$  - затраты на проект в год  $t$ ,

$E_n$  – номинальная ставка дисконта,

$n$  - срок жизни проекта.

В реальных расчетах необходимо учитывать так же инфляцию ( $b$ ), которая снижает номинальную процентную ставку согласно формулы:

$$r = \frac{E_t - b}{1 + b}, \quad (3)$$

где  $r$  – реальная процентная ставка

Если общие затраты записать как сумму двух составляющих  $Z_t + P_t$  и подставить в формулу (2), то она примет следующий вид

$$\text{ЧДД} = \sum_1^T \frac{D_t - C_t}{(1+r)^t} + \sum_1^T \frac{K_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

### **Внутренняя норма дохода (Internal Rate of Return - IRR)**

Внутренняя норма дохода (или - внутренняя норма рентабельности) по проекту равна ставке дисконта, при которой выгоды равны затратам. Иными словами, внутренняя ставка дохода - это ставка дисконта, при которой чистый дисконтированный доход по проекту равен нулю.

### **Индекс доходности**

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капиталовложений:

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=0}^T (R_t - C_t) \cdot \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (5)$$

Индекс доходности тесно связан с ЧДД, он строится из тех же элементов и его значение связано со значением ЧДД: если ЧДД положителен, то ИД  $> 1$  и наоборот.

Если ИД  $> 1$ , проект эффективен, если ИД  $< 1$  - неэффективен.

### **Период окупаемости капиталовложений (PBP-Pay Back Period)**

Период окупаемости капиталовложений указывает на число лет, требуемых для возмещения капиталовложений в проект за счет чистых выгод от проекта. Этот показатель иногда удобен для быстрого расчета и может указать на вариант проекта, заслуживающий дальнейшего рассмотрения. Однако он не приводит к однозначным выводам. Так, например, один проект стоимостью в 100 у.е., приносящий ежегодную выгоду в 20 у.е., окупается за 5 лет, а другой 100-у.е. проект, приносящий в первый год выгоду в 1 у.е. и на пятый год выгоду в 99 у.е., окупается также за 5 лет. В первом случае, однако, ЧДД - положителен, а во втором - отрицателен. Срок окупаемости - минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Иными словами, это - период (измеряемый в месяцах, кварталах или годах), начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления.

Результаты и затраты, связанные с осуществлением проекта, можно вычислять с дисконтированием или без него. Соответственно, получится два различных срока окупаемости. Срок окупаемости рекомендуется определять с использованием дисконтирования.

#### 2.5.1.2 Разработка календарного плана-графика выполнения работ

Начинаться организационно-экономическая часть должна с краткого описания проекта. Затем необходимо разработать календарный план – график выполнения работ по проекту. Пример такого плана приведен в таблице 1.

Таблица 1 Календарный план-график работ

№ этапа	Содержание этапа	Дата начала	Дата окончания	Затраты, \$US
1	Разработка бизнес-плана	01.12.2003	31.12.2003	800
2	Демонтаж оборудования	03.01.2004	28.02.2004	1000
3	Модернизация здания подстанции	01.03.2004	31.03.2004	1000
4	Закупка оборудования	20.03.2004	30.04.2004	20000
5	Монтаж оборудования	01.04.2004	30.06.2004	1500
6.	Пуско-наладочные работы	01.07.2004	31.08.2004	1500
7.	Производство электро-энергии	15.09.2004		
			Итого	25800

Расчет следует начинать с определения капитальных затрат по всем элементам электроснабжения, входящим в проект. Затем выполняются расчеты себестоимости годовых эксплуатационных расходов, включающих амортизационные отчисления, годовые затраты на потери электроэнергии и расходы, связанные с ремонтом и обслуживанием электрооборудования.

### 2.5.1.3 Определение капитальных затрат

В капитальные затраты включается: стоимость оборудования, его транспортировка, строительная часть и стоимость монтажа. В практике проектирования при определении капитальных затрат используют: локальный сметный расчет и локальную смету.

Сметы расходов на приобретение оборудования исходят из количества и типов оборудования, а также цен за единицу оборудования. Основным ориентиром при определении цен на оборудование должен служить недавний опыт по исполнению аналогичных проектов в данной стране. Для крупных и сложных проектов или же при недостатке информации о недавних контрактах, заключенных в данной стране, рекомендуется прибегнуть к услугам фирмы, специализирующейся по составлению смет расходов, или профессионального оценщика, или же получить консультацию у потенциальных подрядчиков или производителей оборудования.

В существующих справочниках цены приведены в основном по прейскурантам 1984. Для перевода цен на 01.01.2003 необходимо умножить на 36,14. Коэффициенты пересчета ежегодно официально утверждаются Госстроем России. Коэффициент пересчета с 1984 года к уровню 1991 г. равен 1,43; а с 1991 г. по 2003 г. – 25,27.

На стадии дипломного проекта капитальные затраты определяются, как правило, по локальному сметному расчету. Для этого можно использовать ста-

рые прејскуранты, а так же сборник №8 на электромонтажные работы. Вначале составляется смета в ценах года составления источника, а затем вводятся поправочные коэффициенты, которые периодически утверждаются Госстроем России. Эти расчеты производятся по всем элементам электроснабжения, входящим в объем дипломного проектирования.

#### 2.5.1.4 Определение годовых издержек эксплуатации

Годовые амортизационные отчисления  $C_a$  определяется по формуле:

$$C_a = \sum_{i=1}^n \delta_{ai} \cdot e_i, \quad (6)$$

где  $p_{ai} = p_{api} + p_{aki}$  - коэффициент (норма) амортизации на однотипное электрооборудование и материалы;

$p_{api}$  и  $p_{aki}$  - коэффициенты амортизации на реновацию и на капитальный ремонт

Расчеты выполняются для 2-3 позиций однотипного электрооборудования, а остальные результаты сводятся в табл. 2.

Таблица 2 Определение годовых амортизационных отчислений.

№№ пл	Наименование электрооборудования	К, руб	Коэффициенты амортизации			$C_a$ , руб./год
			$p_{ap}$	$p_{ak}$	$p_a$	
1.	Электрические машины до 100 кВт					
2.	То же выше 100 кВт					
3.	Трансформаторы					
4.	Электрооборудование (эл. аппарата В.Н. и Н.Н.)					
5.	Электротехнологические установки					
6.	Статистические конденсаторы					
7.	Провода и кабели					
Итого:						

Годовые затраты на потери электроэнергии  $C_{\Sigma}$  определяются по формуле:

$$C_{\Sigma} = \Delta W * C_{y_{\Sigma}}, \quad (7)$$

где  $\Delta W$  - годовые потери электроэнергии, кВт\*час;

$$\Delta W = \Delta P_C * T_{\Gamma}, \quad (8)$$

где  $\Delta P_C$  - средние потери активной мощности рассматриваемого элемента электрооборудования, кВт;

$T_{\Gamma}$  - годовое время работы, час/год;

$C_{y_{\Sigma}}$  - стоимость 1 кВт\*час электроэнергии

$$C_{y_{\Sigma}} = \alpha / T_m + \beta;$$

$\alpha, \beta$  - основная и дополнительная ставки двухставочного тарифа на электроэнергию,

$T_M$  - годовое число часов использования максимума нагрузки.

Подставляя значение  $\Delta W$  согласно формулы (8) в формулу (7), имеем:

$$C_{\Sigma} = \Delta P_C * T_{\Gamma} * C_{y\Delta} = \Delta P_C * \gamma, \quad (9)$$

где  $\gamma$  - стоимость 1 кВт.года потерь электроэнергии:

$$\gamma = T_{\Gamma} * C_{y\Delta}.$$

Средние потери активной мощности рассматриваемого элемента электро-снабжения могут быть определены следующим образом:

$$\Delta P_C = \Delta P_M * \tau_*,$$

где  $\Delta P_M$  - максимальные потери активной мощности, кВт;

$\tau_*$  - относительное время использования максимума потерь.

$$\tau_* = 0,7 \frac{\Delta P_C}{\Delta P_M} \quad \text{при } \frac{\Delta P_C}{\Delta P_M} \leq 0,7 ;$$
$$\tau_* = \frac{(\Delta P_C)^2}{(\Delta P_M)^2} \quad \text{при } \frac{\Delta P_C}{\Delta P_M} > 0,7 .$$

Значения  $T_{\Gamma}$  и  $T_M$  задаются при проектировании электроснабжения. Значения  $T_M$  могут быть получены по электротехническим справочникам, а в условиях действующего производства по формуле:

$$T_M = W / P_M .$$

где  $W$  - годовое потребление электроэнергии, кВт\*час;

$P_M$  - максимальная активная мощность (нагрузка), кВт.

Максимальные потери активной мощности для различных элементов электроустановок определяется следующим образом:

а) провода и кабели

$$\Delta P_M = 3 * R * I_M^2 = R * \frac{S_M^2}{U^2}, \quad (10)$$

где  $R$  - сопротивление линии, кОм

$$R = \rho \frac{l}{S} ;$$

$\rho$  - удельное сопротивление материала проводника, Ом\*мм<sup>2</sup>/м;

$l$  - длина линии, км;

$S$  - сечение линии, мм<sup>2</sup>;

$I_M$  - максимальный ток, А;

$S_M$  - максимальная полная нагрузка (мощность), кВА;

$U$  - напряжение сети.

б) трансформаторы

$$\Delta P_M = \Delta P_{XX} + \Delta P_{HH} * K_3^2, \quad (11)$$

где  $\Delta P_{XX}$  и  $\Delta P_{HH}$  - потери х.х. и номинальные нагрузочные потери (к.з.), определяемые по каталогам и справочникам;

$K_3 = S_M / S_H$  - коэффициент загрузки трансформатора;

$S_M$  - максимальная нагрузка (мощность) трансформатора, кВА;

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2}$$

$P_M$  и  $Q_M$  - максимальные значения активной и реактивной нагрузки, кВт и кВар

$S_H$  - номинальная мощность трансформатора, кВА.

в) реакторы в трехфазной сети

$$\Delta P_C = 3 * \Delta P_{HP} * \frac{I_M^2}{I_H^2}, \quad (12)$$

где  $I_M$  и  $I_H$  - максимальный и номинальный ток реактора, А;

$\Delta P_{HP}$  - номинальные потери активной мощности одной фазы, определяемые по каталогам и справочникам, кВт.

г) электродвигатели

$$\Delta P_M = \Delta P_{XX} + \Delta P_{HH} * K_3^2, \quad (13)$$

где  $\Delta P_{XX}$  - потери х.х., кВт;  $\Delta P_{XX} = 0,33 * \Delta P_H$  для двигателей до 100 кВт и  $0,45 * \Delta P_H$  для двигателей выше 100 кВт;

$\Delta P_{HH}$  - номинальные нагрузочные потери, кВт;  $\Delta P_{HH} = 0,67 * \Delta P_H$  для двигателей до 100 кВт и  $0,55 * \Delta P_H$  для двигателей выше 100 кВт;

Для асинхронных двигателей номинальные потери  $\Delta P_H$  определяются по формуле:

$$\Delta P_H = P_H * \frac{1 - \eta_H}{\eta_H}, \quad (14)$$

а для синхронных двигателей как

$$\Delta P_H = P_H * \frac{1 - \eta_H}{\eta_H} - \Delta P_{QH}, \quad (15)$$

где  $P_H$  - номинальная мощность двигателя, кВт;

$\eta_H$  - номинальный КПД двигателя;

Коэффициент загрузки двигателя  $K_3$  определяется как отношение максимальной мощности  $P_M$  к номинальной мощности  $P_H$  двигателя:

$$K_3 = P_M / P_H.$$

$$\Delta P_{QH} = \Delta P_{YC} * Q_{CH} = D_1 + D_2$$

где  $\Delta P_{QH}$  - номинальные потери активной мощности синхронного двигателя (СД) от реактивной нагрузки, кВт;

$Q_{CH}$  - номинальная реактивная мощность СД, кВар;

$\Delta P_{YC}$  - удельные потери активной мощности на 1 кВар реактивной нагрузки СД, кВт/кВар, лежат в диапазоне 0,01-0,04;

$D_1$  и  $D_2$  - составляющие потерь активной мощности СД от реактивной нагрузки при номинальном режиме, определяются из каталогов.

Следует отметить, что на стадии технико-экономических обоснований затраты на потери электроэнергии определяются только для элементов, которые различаются в сравниваемых вариантах.

Результаты расчетов сводятся в таблицу.

Кроме того, дополнительно рассчитываются потери электроэнергии  $\Delta W$  по формуле :

$$\Delta W = \Delta P_C * T_{\Gamma}. \quad (3.1.16)$$



Результаты расчетов сводятся в табл. 3

Таблица 3 Сводная таблица потерь электроэнергии и затрат на них по отдельным элементам

Элементы электроснабжения	$\Delta P_{XX}$ кВт	$\Delta P_M$ кВт	$\tau_*$	$\Delta P_C = \Delta P_{XX} + P_M \cdot \tau_*$ кВт	$T_{Г, час}$ год	$\Delta W = \Delta P_C \cdot T_{Г}$ кВт*ч	$C_{уэ}, руб.$ кВт*ч	$C_{Э} = \Delta W \cdot C_{уэ}$ руб/год	$\frac{C_{\gamma}}{C_{\gamma S}} \cdot 100$ %
Воздушная ЛЭП									
Высоковольтные кабели									
Реакторы									
Трансформаторы									
Низковольтные сети									
Электродвигатели									
Прочие токоприемники									

Затраты на ремонт и обслуживание  $C_{PO}$  включают в себя затраты на заработную плату ремонтного и обслуживающего персонала  $C_3$  и затрат на комплектующие изделия, запасные части и материалы, используемые при ремонтах и обслуживании  $C_M$ :

$$C_{PO} = C_3 + C_M. \quad (17)$$

а) Определение затрат на заработную плату ремонтного и обслуживающего персонала.

Для расчета затрат на заработную плату определяется численность ремонтного и обслуживающего персонала, исходя из трудоемкости этих работ.

Трудоемкость ремонтных работ определяется, исходя из структуры ремонтного цикла и межремонтного периода каждого вида оборудования.

Годовая трудоемкость капитальных  $T_{KP}$  и текущих ремонтов  $T_{TR}$  электрооборудования определяется следующими выражениями:

$$T_{KP} = \sum_{i=1}^m \frac{n_i \cdot t_{KPi}}{T_{D\Omega i}}; \quad (18)$$

$$T_{TR} = \sum_{i=1}^m n_i \cdot N_i \cdot t_{E\Omega i}; \quad (19)$$

где  $n_i$  - количество единиц однотипного оборудования;

$m$  - количество позиций однотипного оборудования;

$t_{KPi}$  - трудоемкость капитального ремонта единицы оборудования;

$T_{D\Omega i}$  - продолжительность ремонтного цикла, лет;

$N_i$  - количество текущих ремонтов в году;

$t_{TRi}$  - продолжительность текущего ремонта единицы оборудования, чел. час;

Расчеты  $T_{KP}$  и  $T_{TR}$  выполняются для 2-3 наименования электрооборудования, а результаты по всему электрооборудованию цеха (участка) оформляются в виде табл. 4.

Таблица 4. Годовая трудоемкость текущих и капитальных ремонтов электрооборудования.

№№	Наименование электрооборудования	п, шт	t <sub>кр</sub> , чел*час	T <sub>кр</sub> , чел*час	N	t <sub>тр</sub> , чел*час	T <sub>тр</sub> , чел*час
1	Трансформаторы до 10кВ 1000кВА						
2	Двигатель с к.з.р. до 1кВт						
3	И т.д. ...						
Итого:				x			x

Необходимое количество ремонтных рабочих для выполнения капитальных и текущих ремонтов электрооборудования определяется следующими выражениями:

$$N_{кр} = \frac{\dot{O}_{\text{кр}}}{k_{\text{АИ}} \cdot \dot{O}_{\text{ГО}}}; \quad (20)$$

$$N_{тр} = \frac{\dot{O}_{\text{тр}}}{k_{\text{АИ}} \cdot \dot{O}_{\text{ГО}}}; \quad (21)$$

где  $N_{кр}$  и  $N_{тр}$  - необходимое количество ремонтных рабочих для выполнения капитальных и текущих ремонтов электрооборудования;

$T_{кр}$  и  $T_{тр}$  - суммарные годовые трудоемкости капитальных и текущих ремонтов всего электрооборудования согласно расчета в табл. 4;

$\Phi_{\text{эф}}$  - годовой эффективный фонд рабочего времени рабочего, 1800 ÷ 2000 час.;

$k_{\text{ВН}}$  - 1,1÷1,2 - коэффициент выполнения норм.

Поскольку в трудоемкости всех видов ремонтов заложена трудоемкость станочных работ (10% от общей трудоемкости), электрослесарных работ (80%) и прочих работ - сварочных, кузнечных, малярных и др. (10%), можно соответственно определить количество станочников, электрослесарей и прочих ремонтных рабочих.

Численность обслуживающего персонала определяется по плановой годовой трудоемкости технического обслуживания (ТО) электрооборудования.

Плановая месячная трудоемкость ТО при работе в одну смену определяются как:

$$T_{\text{ПТОМ}} = k_{\text{СР}} * k_{\text{У}} * T_{\text{ТР}};$$

где  $k_{\text{СР}}$  - коэффициент сложности ремонта данного вида оборудования (см. табл. 5);

$k_{\text{У}}$  - утяжеляющий коэффициент условия работы принимаемый согласно табл. 5;

$T_{\text{ТР}}$  - плановая месячная трудоемкость текущего ремонта каждой единицы оборудования, чел.час./мес.;

При двух- и трехсменной работе плановая трудоемкость ТО соответственно удваивается или утраивается. Исключения здесь составляют электроустановки, которые работают круглосуточно (статические конденсаторы, средства связи,

электрические сети). Для определения годовой трудоемкости ТО месячная трудоемкость умножается на 12.

В качестве примера в табл. 5 дан расчет трудоемкости ТО электрооборудования цеха, работающего в две смены, в котором имеется 156 единиц оборудования с 208 электродвигателями разных характеристик.

Таблица 5 Пример расчета трудоемкости ТО электрооборудования.

№№ пп	Наименование электрооборудования и сетей	Суммарная трудоемкость текущего ремонта, чел*час	Коэффициент сложности расчета	Утяжел. коэффициент	Трудоемкость ТО при 2 <sup>х</sup> сменной работе, чел*час
1.	Электродвигатели:				
	- в нормальных условиях	1413	0,1	1,0	283
	- на горящих химических участках	659	0,1	1,1	145
	- на загрязненных участках	437	0,1	1,05	96
2.	Низковольтная аппаратура, включая светильники	1084	0,1	1,0	217
3.	Конденсаторные установки	0	0,05	1,0	2
4.	Цеховые электросети*	623	0,1	1,0	62
5.	Сети заземления*	240	0,03	1,0	7
Итого			-	-	812

\* - сменность не учитывается

Годовая трудоемкость ТО электрооборудования определится умножением месячной на 12:

$$T_{ГТР} = 812 * 12 = 9744 \text{ час.}$$

Численность обслуживающего персонала определяется по формуле

$$N_{ТО} = \frac{O_{\text{А\text{O}Д}}}{k_{\text{А\text{I}}} \cdot O_{\text{Y\text{O}}}}$$

Затраты на заработную плату ремонтного и обслуживающего персонала определяются по следующей методике. Определяются средние тарифные размеры электрослесарных, станочных и прочих работ для всего электрооборудования цеха (участка) по нижеследующей табл. 6.

Таблица 6. Средние тарифные разряды

Электрооборудование сети	Средние тарифные разряды работ		
	электрослесарных	станочных	прочих
Распределительные устройства и оборудование высокого напряжения	5,0	3,5	3,0
То же низкого напряжения	5,0	4,0	3,0
Электродвигатели низкого напряжения	4,0	3,5	3,0
То же высокого напряжения	5,0	3,5	3,0
Кабельные и воздушные сети и сети заземления	3,5	-	3,0
Машины и оборудование для контактной электросварки	5,8	3,5	3,0

Машины постоянного тока и коллекторные двигатели пер. тока	6,0	4,0	3,0
Нагревательные электропечи	4,0	3,5	3,8
Электроаппаратура низкого напряжения	3,5	3,0	3,0

Путем умножения среднего тарифного разряда на трудоемкость работ определяется фондом основной заработной платы по соответствующим профессиям и в целом для выполнения электроремонтных работ.

К полученному таким образом фонду основной заработной платы добавляются:

а) дополнительная заработная плата в размере 10% от основной;

б) начисления на заработную плату в размере 35,6 % от суммы основной и дополнительной заработной платы.

Фонд заработной платы обслуживающего персонала для технического обслуживания определяется аналогично, исходя из трудоемкости ТО и среднего тарифного разряда работ который можно принять равным 4,0.

Таким образом, затраты на заработную плату по видам обслуживания  $C_3$  определяются как:

$$C_3 = C_{ЗКР} + C_{ЗТР} + C_{ЗО}; \quad (22)$$

где  $C_{ЗКР}$  - годовые затраты на капитальный ремонт, руб./год;

$C_{ЗТР}$  - годовые затраты на текущий ремонт, руб./год;

$C_{ЗО}$  - годовые затраты на техническое обслуживание, руб./год;

#### б) Затраты на материалы и запасные части

Определение этих затрат непосредственно по расходам материалов представляет значительные трудности. Поэтому в целях упрощения расчетов затраты на материалы определяются пропорционально заработной плате на соответствующий вид ремонта и обслуживание. При этом определяются затраты на материалы по соответствующим формулам:

на капитальный ремонт

$$C_{МКР} = a_{КР} * C_{ЗКР};$$

на текущий ремонт

$$C_{МТР} = a_{ТР} * C_{ЗТР};$$

на обслуживание электроустановок

$$C_{МО} = a_C * C_{ЗО};$$

где  $a_{КР}$ ,  $a_{ТР}$  и  $a_C$  - коэффициенты пропорциональности равные  $a_{КР}=1,25$ ;  $a_{ТР}=0,5$ ;  $a_C=0,15$

Общие затраты на материалы определяются:

$$C_M = C_{МКР} + C_{МТР} + C_{МО}; \quad (23)$$

После определения всех составляющих определяются эксплуатационные затраты по формуле:

$$З = C_a + C_э + C_{po};$$

Анализ проекта должен проводиться на протяжении определенного времени, называемого горизонтом расчета, величина которого зависит от конкретного проекта. Результатом расчета должна явиться таблица эксплуатационных затрат (например, табл. 7)

Таблица 7 Пример потока годовых эксплуатационных затрат

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Затраты,\$	1000	4000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

### 2.5.1.5 Расчет поступлений по проекту

Выгоды или поступления по проекту складываются из объемов сбываемой продукции на ее стоимость. Зачастую возникают проблемы с определением выгод, так как результатом проекта может являться решение локальных проблем энергосистемы, например увеличение пропускной способности ЛЭП. В этом случае необходимо анализировать финансовые потоки по всей энергосистеме в целом, что практически сделать невозможно. В этом случае выгоды по проекту можно принять условно исходя из общей рентабельности работы энергосистемы, которую можно принять 12-15 %.

Если проект связан с реконструкцией системы электроснабжения промышленного предприятия, то здесь подход аналогичен, и рентабельность так же можно принять в том же диапазоне. Пример потока годовых поступлений приведен в табл. 8

Таблица 8 Пример потока годовых поступлений

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выгоды,\$	8000	12000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000

### 2.5.1.6 Расчет показателей достоинства проекта

#### а) Чистый дисконтированный доход (ЧДД)

$$\begin{aligned} \times \ddot{A} &= -25800 + \frac{7000}{1,1} + \frac{8000}{1,1^2} + \frac{8000}{1,1^3} + \frac{8000}{1,1^4} + \frac{8000}{1,1^5} + \frac{8000}{1,1^6} + \frac{8000}{1,1^7} + \frac{8000}{1,1^8} + \\ &+ \frac{8000}{1,1^9} + \frac{8000}{1,1^{10}} = 22451,97 \$US \end{aligned}$$

#### б) Внутренняя норма рентабельности

ВНД – это такая ставка дисконта, при которой ЧДД=0

При r=10% ЧДД=22451,97\$US

При r=20% ЧДД=6906,44 \$US

При r=27% ЧДД=327 \$US

При r=28% ЧДД=-429 \$US

Таким образом,  $VНД=27,5\%$

в) Индекс доходности

$$ИД = \frac{ЧДД}{K} = \frac{22451,97}{25800} = 0,87$$

Это означает, что на каждый доллар вложенных средств получается 87 центов чистого дохода.

г) Расчет графика окупаемости проекта (не дисконтированного)

Таблица 9 Расчет не дисконтированного графика, \$

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Инвестиции, К t	25800									
2. Затраты, Зt	1000	4000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
3. Выгоды, Рt	8000	12000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000
4. Ежегодная экономия, Вt	7000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
5. Окончательное сальдо, стр.4-стр.1	-17800	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
6. То же, нарастающим итогом	-17800	-9800	-1800	6200	14200	22200	30200	38200	46200	54200

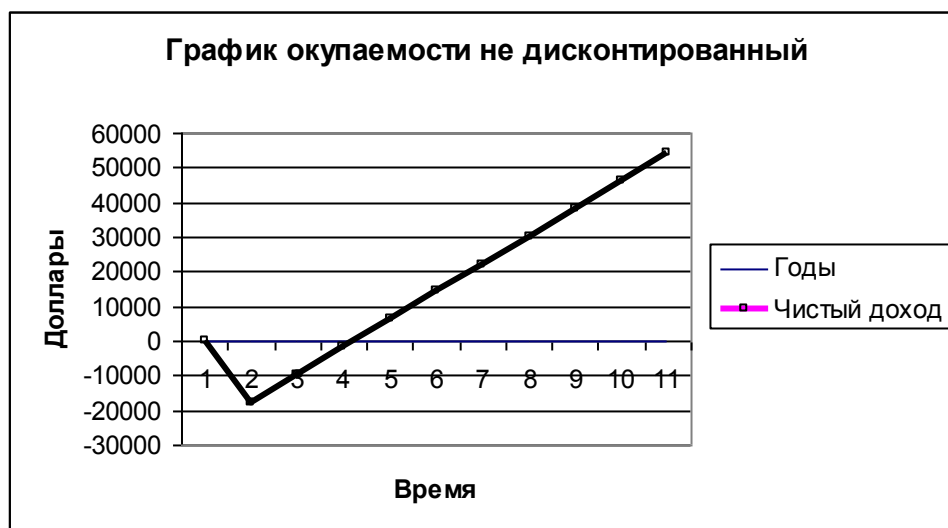


Рис. 1.

## д) Расчет графика окупаемости дисконтированного

Таблица 10 Расчет дисконтированного графика, \$

Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Инвестиции, К t	25800									
2. Затраты, Зt	1000	4000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
3. Выгоды, Pt	8000	12000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000
4. Ежегодная экономия, Вt	7000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
5. То же дисконтированная, стр.4 / $(1+r)^t$	6363,6364	6611,57	6010,52	5464,1	4967,4	4515,8	4105,3	3732,1	3392,8	3084,3
5. Окончательное сальдо, стр.5-стр.1	-19436,36	6611,57	6010,52	5464,1	4967,4	4515,8	4105,3	3732,1	3392,8	3084,3
6. То же, нарастающим итогом	-19436,36	-12825	-6814,3	-1350	3617,2	8133	12238	15970	19363	22447

## 2.6. Безопасность и экологичность проекта

При выполнении дипломного проекта студент должен дать решение вопросов безопасности и экологичности проекта. Основная цель этого раздела – разработка мероприятий по безопасности и экологичности для проектируемого электрооборудования.

Содержание раздела по безопасности и экологичности должно соответствовать теме дипломного проекта и быть его составной частью. Вопросы безопасности и экологичности могут решаться и в других главах проекта, в этом случае в разделе делается ссылка о предусмотренных мероприятиях с указанием раздела дипломного проекта. Терминология и определения при изложении данного раздела должны соответствовать нормативным правовым актам в области безопасности жизнедеятельности.

Выдача заданий по разработке вопросов безопасности и экологичности производится консультантом-преподавателем кафедры «Безопасность жизнедеятельности».

Раздел по безопасности и экологичности в пояснительной записке оформляется отдельной главой, составляет 10—15 страниц с необходимым количеством поясняющих рисунков, схем, таблиц и т.п.

Рекомендуется следующий план раздела «Безопасность и экологичность проекта»:

1. Безопасность проекта;
2. Экологичность проекта;
3. Чрезвычайные ситуации.

Во введении к разделу дается краткая информация о том, какие вопросы рассмотрены и почему. Следует привести сведения только о тех факторах, ко-

торые наиболее характерны и значимы для рассматриваемой дипломной работы.

### **Безопасность и экологичность.**

1.1. Анализ реальных условий труда (приводятся реальные схемы и параметры):

- планировка рабочего места;
- цветовое оформление интерьера и рабочего места;
- эргономические условия труда;
- санитарно-гигиенические условия труда (приводится расчет параметров некоторых факторов, например, проверочный расчет искусственного освещения, расчет ожидаемых уровней шума на рабочем месте и т.п.);
- оценка тяжести трудового процесса;
- оценка нервно-психических перегрузок;
- электробезопасность;
- выявляется несоответствие условий и охраны труда на рабочем месте.

1.2. Устранение выявленных недостатков (расчеты, которые позволяют устранить выявленные недостатки: например, расчет системы искусственного освещения, расчет общеобменной системы вентиляции; схемы размещения оборудования, удовлетворяющие действующим требованиям; рекомендации по организации режимов труда и отдыха; рекомендации по прохождению периодических медицинских осмотров; рекомендации по применению и ограничению использования труда женщин и лиц в возрасте до 18 лет и т.п.)

1.3. Эргономический анализ разрабатываемого графического интерфейса на его соответствие существующим требованиям.

### **Рекомендуемая литература по подразделу**

1. СанПиН 2.2.2.542-96. Санитарные нормы и правила. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организации работы.
2. Шумилин В.К. ПЭВМ. Защита пользователя. М.: Ред. журнала Охрана труда и социальное страхование, 2001.
3. Демирчоглян Г.Г. Компьютер и здоровье. – М.: Лукоморье, 1997.
4. Кардаш Т.А. Эргономика рабочих мест служащих и инженерно-технических работников, оснащенных ПЭВМ: Учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения. Благовещенск: Амурский гос. Университет, 2002.
5. СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
6. Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения: Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по курсу БЖД. Томск: ТПИ, 1991.



7. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. Л.: Энергоатомиздат, 1981.
8. Справочная книга для проектирования электрического освещения/ Под ред. Г. М. Кнорринга. Л.: Энергия, 1976.
9. Моргунов Е.Б. Человеческий фактор в компьютерных системах. – М.: Тривола, 1994.
10. ГОСТ 25861-83. Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний.
11. Инженерные расчеты систем безопасности труда и промышленной экологии/ Под общ. ред. А.Ф. Борисова. - Нижний Новгород: Вента-2, 2000.
12. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование. Справочник/ Под ред. С.В. Белова. - М.: Машиностроение, 1989.
13. Тихонов Б.А. Расчет потребного воздухообмена. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по курсу БЖД: Томск: ТПИ, 1991.

Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Р 2.2.ХХХ-97.

В начале раздела указать вид сети, режим нейтрали, применяемые напряжения, электрооборудование на высокой и низкой стороне, марку и сечение питающей воздушной линии и кабеля и другую информацию необходимую для разработки раздела. Размеры помещений, в которых размещено оборудование. Помимо этого перечисляются проблемы безопасности и экологичности проекта, возможные чрезвычайные ситуации.

#### 2.6.1. Безопасность проекта

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74\* ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» выявить возможные опасные и вредные факторы, воздействующие на обслуживающий персонал при монтаже и эксплуатации электрооборудования согласно заданию преподавателя-консультанта, которые могут привести к травматизму и профзаболеваниям (например, повышенный уровень шума от силового трансформатора, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенное значение напряжения в электрической цепи и др.). При разработке подраздела использовать результаты аттестации рабочих мест по условиям труда на предприятии (фактические значения опасных и вредных производственных факторов, обеспеченность средствами индивидуальной защиты, оценка травмобезопасности рабочих мест).

#### Воздух рабочей зоны

Оптимальные и допустимые параметры воздуха рабочей зоны в помещениях определяются по СанПиН 2.2.4.548-96 «Санитарно-гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Микроклимат в поме-

щении характеризуется температурой воздуха  $t$ , °С, относительной влажностью  $\phi$ , %, скоростью движения воздуха  $V$ , м/с. Эти параметры нормируются в зависимости от периода года и категории работ (легкая, средней тяжести, тяжелая). Кроме этого необходимо учесть температуру окружающих поверхностей  $t_{п}$ , °С и интенсивность теплового облучения  $I$ , Вт/м<sup>2</sup>. Выбранные нормируемые параметры микроклимата привести в виде таблицы.

Технологические процессы могут сопровождаться выделением в воздух рабочей зоны вредных веществ в виде паров, газов и пыли. Указать виды вредных веществ, источники их выделения, а также класс опасности вредных веществ (чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренноопасные, малоопасные) и их предельно-допустимую концентрацию ПДК, мг/м<sup>3</sup> (ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», ГОСТ 12.1.005-88\* «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»).

Для обеспечения заданных параметров микроклимата в производственных помещениях необходимо выбрать вид отопления, вентиляции или кондиционирования воздуха, согласно СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». Для обеспечения необходимого воздухообмена и параметров микроклимата применяется естественная или механическая вентиляция (приточная, вытяжная, приточно-вытяжная, местная). Указать принятые в проекте виды и системы вентиляции и отопления. При наличии на рабочих местах поверхностей, имеющих температуру более 45 °С, предусмотреть их теплоизоляцию.

### Производственное освещение

Для рационального освещения рабочих мест, способствующего снижению утомляемости и травматизма и ведущего к повышению производительности труда, необходимо выбрать систему освещения производственного помещения (естественное или искусственное) и вид освещения (общее или комбинированное). Необходимую освещенность (норму) определяют по СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от характеристики зрительной работы (наименьшего размера объекта различения), фона, контраста, вида и системы освещения или по отраслевым нормам.

Выполнить расчет естественного или искусственного освещения по заданию преподавателя-консультанта.

Для искусственного освещения следует выбрать тип светильника (с люминесцентными лампами или лампами ДРЛ) в зависимости от условий среды (нормальная, пыльная, влажная, жаркая и т.п.).

Указать нормируемую освещенность для аварийного освещения и какими светильниками оно выполнено. При проектировании ГПП предусмотреть освещение ее территории.

## Защита от шума и вибрации

Указать имеющиеся источники шума и вибрации, определить допустимые значения шума и вибрации на рабочих местах в производственном помещении.

Нормирование шума производится по ГОСТ 12.1.003-83\* ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» или СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» в зависимости от вида трудовой деятельности и характеристики шума (широкополосный или тональный, постоянный или непостоянный) по предельному спектру уровней звукового давления, дБ, или эквивалентному уровню звукового давления, дБА. С целью снижения шума до допустимых значений необходимо разработать мероприятия для его снижения в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ «Средства и методы защиты от шума». Это достигается уменьшением уровня шума в источнике, применением звукоизоляции, звукопоглощения, глушителей шума, архитектурно-планировочными решениями, организационно-техническими мероприятиями и с помощью средств индивидуальной защиты.

На главной понизительной подстанции основным источником шума являются трансформаторы. Корректированный уровень звуковой мощности трансформаторов определяют по ГОСТ 12.2.024-87 ССБТ «Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля». Рассчитать уровень звука, создаваемый трансформаторами, и сравнить с допустимым уровнем звука.

Вибрация нормируется по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность» величиной виброскорости (м/с), виброускорения (м/с<sup>2</sup>) и их логарифмическими уровнями (дБ) в зависимости от вида вибрации и частоты (Гц).

Для уменьшения вибрации возможно использование следующих способов: уменьшение вибрации в источнике, отстройка от режима резонанса, виброизоляция, виброгашение, вибродемпфирование, выбор определенного режим труда, средства индивидуальной защиты.

## Электромагнитные поля промышленной частоты

Указать источники, создающие электромагнитные поле промышленной частоты (генераторы, открытые распределительные устройства, воздушные линии и т.д.), допустимые величины по ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля токов промышленной частоты», СанПиП 2.2.4. 1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и при необходимости выбрать способы защиты.

Выполнить расчет величины напряженности электрического поля для воздушной линии на границе охранной зоны (ГОСТ 12.1.051-90 ССБТ «Электробезопасность. Расстояния безопасности в охранной зоне ЛЭП напряжением свыше 1000 В») и сравнить с допустимой величиной.

## Электробезопасность

В процессе монтажа, наладки и работы электрооборудования существует вероятность поражения электрическим током. Дать оценку потенциальной опасности поражения электрическим током проектируемого оборудования.

Указать условия внешней среды и категорию помещения по опасности поражения электрическим током согласно ПУЭ. По ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» указать класс изделия по способу защиты человека.

Электрооборудование должно быть выбрано и установлено таким образом, чтобы не могло привести к повреждению оборудования, возникновению короткого замыкания или замыканию на землю, а также причинить вред обслуживающему персоналу.

При написании данного раздела в зависимости от задания необходимо использовать следующие нормативные документы: Правила устройства электроустановок, Правила эксплуатации электроустановок потребителей, Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001, ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ «Цвета сигнальные и знаки безопасности», ГОСТ 12.2.007.1-7.5 ССБТ «Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.2-75 ССБТ «Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.3-75 ССБТ «Электротехнические устройства на напряжение выше 1000В. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.4-75 ССБТ «Шкафы КРУ и КТП. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.5-75 ССБТ «Конденсаторы силовые. Установки конденсаторные. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.6-75 ССБТ «Аппараты коммутационные низковольтные. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.7-83 ССБТ «Устройства комплектные низковольтные. Требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.14-75 ССБТ «Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности».

Мероприятия по обеспечению электробезопасности разрабатываются в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79\* ССБТ «Электробезопасность. Общие требования». Для обеспечения защиты необходимо применять следующие технические способы и средства:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;
- электрическое разделение сети;
- защитное отключение;
- изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная);
- компенсация токов замыкания на землю;
- оградительные устройства;
- предупредительная сигнализация;
- блокировки;
- знаки безопасности;

средства защиты и предохранительные приспособления.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках, являются:

оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации,  
допуск к работе,  
надзор во время работы,  
оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть выполнены следующие технические мероприятия:

произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов,

на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты,

проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током, наложено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где, они отсутствуют, установлены переносные заземления),

вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

При проектировании, например, главной понизительной подстанции мероприятия по электробезопасности разрабатываются отдельно для открытого (ОРУ) и закрытого (ЗРУ) распределительных устройств, трансформаторов и другого электрооборудования.

Необходимо указать для распределительного устройства (РУ): виды блокировок; окраску шин и заземляющих ножей; используемые ограждения оборудования.

Для ОРУ указать расстояния от токоведущих частей до различных элементов, количество изоляторов на воздушной линии, указать планировку территории, размеры ограждения, проездов вдоль выключателей, и трансформаторов, проездов автотранспорта.

Для ЗРУ указать расстояния от токоведущих частей до различных элементов ЗРУ, указать высоту помещения, габариты коридора обслуживания, выходы из ЗРУ, двери камер маслонаполненного оборудования, установку баковых масляных выключателей, вентиляцию помещения, огнестойкость помещения.

Если проектируется цеховая трансформаторная подстанция (ТП), то необходимо указать этаж, установку комплектных трансформаторных подстанций (КТП), установку масляного трансформатора, вентиляцию, двери камер маслонаполненного оборудования, ширину прохода, высоту помещения, полы, огнестойкость здания и ограждающих конструкций.

Установка силовых трансформаторов должна обеспечиваться удобством обслуживания, путями перекатки, необходимым расстоянием между трансформаторами, перегородками, расстоянием до трансформатора в помещении, вентилиацией камер, установкой маслоприемников.

Для кабельных линий указать размеры охранной зоны, обозначение, заземление, пожарные требования, глубину заложения, расстояния между кабелями, расстояние от кабелей до трубопроводов, теплопроводов, ВЛ.

Для воздушных линий указать размеры проезда вдоль трассы, знаки на опорах, марку и количество изоляторов, заземление, расстояние от ВЛ до зданий, до поверхности земли в населенной и ненаселенной местности, прохождение ВЛ по лесным массивам.

Указать нормы комплектования средствами защиты электрических распределительных устройств.

Если в проекте имеются электроизмерительные приборы, то они должны соответствовать ГОСТ 12.2.091-83 «Приборы электроизмерительные показывающие и регистрирующие».

### 2.6.2. Экологичность проекта

В данном подразделе необходимо дать оценку влияния проектируемого оборудования на окружающую природную среду, т. е. указать источники загрязнения окружающей среды в процессе эксплуатации оборудования и при аварийных ситуациях. Охарактеризовать факторы специфического и неспецифического воздействия объектов энергетики на окружающую среду.

Перечислить и дать краткую характеристику мероприятий по защите окружающей среды от воздействия электрических полей промышленной частоты, радиопомех, шумов, создаваемых силовыми трансформаторами и воздушными линиями электропередач, вредных выбросов в атмосферу, в водный бассейн и в почву конкретно по теме дипломного проекта. Оценить изъятие земель под электрические сети.

### 2.6.3. Чрезвычайные ситуации

В данном подразделе в соответствии с действующими законами и положениями о чрезвычайных ситуациях дается оценка о возможности возникновения таких ситуаций на проектируемых объектах, их влиянии на окружающую природную среду и человека, предлагаются мероприятия по устранению выявленных недостатков. Для объектов энергетики в качестве чрезвычайной ситуации, возможно, рассмотреть пожар.

#### Пожарная безопасность

Анализ пожарной опасности производства включает в себя: оценку пожароопасных свойств веществ, выявление возможных причин пожара и путей его распространения, разработку систем предотвращения возникновения пожара и

противопожарной защиты, организационно-технические мероприятия по пожарной безопасности.

Составить полный перечень пожароопасных веществ и дать оценку их пожарной опасности по ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

Указать возможные причины пожара. Причины возникновения пожара могут быть неэлектрического характера (неправильное устройство и эксплуатация отопления и вентиляции, нарушение технологического процесса и т. п.) и электрического (короткие замыкания, перегрузки, электрическая дуга, статическое электричество, большие переходные сопротивления).

По НПБ 105-03 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности» установить категорию помещения в зависимости от количества и пожароопасных свойств находящихся в них веществ и материалов.

Пожарная безопасность обеспечивается согласно ГОСТ 12.1.004-91\* ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» системой предотвращения пожара, системой противопожарной защиты и организационно-техническими мероприятиями.

В соответствии с темой проекта указать конкретные мероприятия по пожарной безопасности, включающие:

- максимально возможное применение негорючих веществ;
- применение электрооборудования соответствующего исполнения;
- применение в конструкции быстродействующих устройств защитного отключения возможных источников зажигания;
- применение оборудования, удовлетворяющего требованиям по электростатической безопасности;
- применение средств пожаротушения (ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»);
- применение пожарной сигнализации;
- применение строительных конструкции зданий ЗРУ, цехов, кабельных каналов с регламентируемыми пределами огнестойкости и пределами распространения огня (СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»);
- устройство маслоприемников для трансформаторов или выключателей;
- эвакуацию людей (установить количество, размеры и исполнение путей эвакуации);
- обучение работающих;
- разработку мероприятий на случай возникновения пожара.

Рекомендуемая литература по подразделу

Шумилин В.К. ПЭВМ. Защита пользователя. М.: Ред. журнала Охрана труда и социальное страхование, 2001.

Кардаш Т.А. Эргономика рабочих мест служащих и инженерно-технических работников, оснащенных ПЭВМ: Учебное пособие для студентов

очной и заочной форм обучения. Благовещенск: Амурский гос. Университет, 2002.

Собурь С.В. Пожарная безопасность электроустановок: Справочник. - 2-ое изд. - М.: Спецтехника, 2000.

Собурь С.В. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: Справочник. - 4-ое изд. - М.: Спецтехника, 2000.

Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. РД-153.-34.0-03.301-00. - М.: ЗАО "Энергетические технологии", 2000.

Типовая инструкция по содержанию и применению первичных средств пожаротушения на объектах энергетической отрасли. РД 34.49.503-94. - М.: Служба передового опыта ОРГРЭС, 1994.

Гурова Е.Ю. Пожарная безопасность: Практикум для студентов очной и заочной форм обучения. - Благовещенск: АмГУ, 2001.

Забилов А.С. Пожарная опасность коротких замыканий. - М.: Стройиздат, 1980.

Иванов Е.Н. Автоматическая пожарная защита. - 2-ое изд., доп. И перераб. - М.: Стройиздат, 1980.

В тех случаях, когда выполняется дипломная работа и работа связана с проведением анализа математических моделей, разработкой математических моделей и программных средств и основным инструментом, используемым при проведении исследований, является ПЭВМ, рекомендуется план раздела «Безопасность и экологичность» приведен ниже. В разделе следует привести сведения только о тех факторах, которые наиболее характерны и значимы для рассматриваемой дипломной работы.

#### Безопасность и экологичность

Анализ реальных условий труда проводить в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (планировка рабочего места; цветовое оформление интерьера и рабочего места; эргономические условия труда; санитарно-гигиенические условия труда (приводится расчет параметров некоторых факторов, например, проверочный расчет искусственного освещения, расчет ожидаемых уровней шума на рабочем месте и т.п.); оценка тяжести трудового процесса; оценка нервно-психических перегрузок; электробезопасность; выявляется несоответствие условий и охраны труда на рабочем месте). Выполняется эргономический анализ разрабатываемого графического интерфейса на его соответствие существующим требованиям.

Разрабатываются мероприятия по устранению выявленных недостатков. Например, расчеты, которые позволяют устранить выявленные недостатки (расчет системы искусственного освещения, расчет общеобменной системы вентиляции; схемы размещения оборудования, удовлетворяющие действующим требованиям; рекомендации по организации режимов труда и отдыха; рекомендации по прохождению периодических медицинских осмотров; рекомендации



по применению и ограничению использования труда женщин и лиц в возрасте до 18 лет и т.п.).

#### Чрезвычайные ситуации

В этом подразделе рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности. Проводится анализ реальных условий (выполнение требований к помещению; выполнение требований к оборудованию; наличие и соответствие средств пожарной сигнализации; наличие и соответствие средств пожаротушения; наличие планов эвакуации). Разрабатываются мероприятия по устранению выявленных недостатков.

### **2.7. Заключение**

В заключении кратко освещаются результаты проделанной работы по всем основным разделам проекта, отмечаются специальные разработки, их особенности, приводятся количественные оценки, характеризующие применение в проекте новых прогрессивных решений, показывается ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемых в проекте рекомендаций (разработок), отмечаются принципиальные положения, принятые в проекте, отличающиеся от существующих, указываются основные рекомендации по совершенствованию эксплуатации энергетического оборудования, средств автоматизации и телемеханики.

### 3. ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

#### 3.1. Пояснительная записка дипломного проекта

В соответствии со стандартом Амурского государственного университета «Правила оформления дипломных и курсовых работ (проектов)» (Благовещенск, изд-во АмГУ, 2006) пояснительная записка должна быть выполнена любым печатным способом – на пишущей машинке или с использованием компьютера и принтера, на одной стороне листа белой бумаги формата А4, через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, размер – 14, гарнитура – Times New Roman, текст располагается по ширине (формату) с включенным переносом слов.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие *размеры полей*: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на *определенных терминах, формулах, применяя шрифты* разной гарнитуры (курсив, размер, жирность).

*Опечатки, описки и графические неточности*, обнаруженные при проверке записки, допускается исправлять подчисткой или закрасиванием белой краской, с нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью – рукописным способом.

Повреждения листов текста, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Количество исправлений на одном листе – не более трех.

*Объем текста* в дипломной работе (проекте) без приложений, стандартом АмГУ регламентируется в пределах 100-120 листов. Кафедра энергетики рекомендует придерживаться этих требований но, принимая во внимание, что на кафедре ведется подготовка по пяти специальностям, и тематика проектов и работ очень разнообразна, предлагает в порядке исключения разрешать объем записки до 150 листов.

*Страницы работы* следует *нумеровать* арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. Титульный лист и бланк задания включаются в общую нумерацию страниц работы. Номера страниц на титульном листе и бланке не проставляют.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц работы.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами без точки и записывать с абзацного отступа.

Заголовки разделов пишутся прописными буквами и точка в конце не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точ-

кой. Если заголовок занимает две строки, то вторую выравнивают под начало предложения. Разрешаются переносы слов в заголовках.

Заголовки разделов отделяют от последующего текста просветом, равным двум межстрочным одинарным интервалам (по 10 мм). В тексте заголовка допускается уменьшение межстрочного интервала до одинарного.

Заголовки подразделов (подзаголовки) от предыдущего и последующего текста не отделяют.

Подзаголовки пишут жирным шрифтом с прописной буквы, без разрядки, без подчеркивания, без точки в конце.

Если подзаголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Иллюстрации обозначают словом «Рисунок» и нумеруют арабскими цифрами последовательно в пределах работы (проекта). Если рисунок один, он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают по середине строки, точка после номера рисунка (или после его наименования) не ставится. Можно нумеровать иллюстрации в пределах раздела, например: «рисунок 1.1».

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

*Формулы и уравнения* следует выделять из текста в отдельную строку и писать с абзаца. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой: (3.1). Допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках: «... в формуле (1)».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, как в формуле. Пояснение каждого условного обозначения – с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

*Таблицы* применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа в одну строку с ее номером, через тире.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При этом слово «Таблица» и ее номер указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут справа слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1». При переносе части таблицы нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Размер шрифта в таблице допускается меньший, чем в тексте.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таб-

лицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

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

### **3.2. Оформление пояснительной записки дипломной работы**

Если дипломная (курсовая) работа целиком посвящена научно-исследовательской теме, то на листах пояснительной записки формата А4 (210x297 мм) вычерчивается рамка с полями: слева 20 мм, с остальных сторон – по 5 мм. На первом листе каждого раздела в нижней части приводится основной штамп, выполненный по форме, приведенной на рис. 2. На всех остальных листах в нижней части приводится штамп, приведенный на рис. 3.

Расстояние от рамки до границы текста должно быть: в начале строки – не менее 5 мм, в конце строки – не менее 3 мм, сверху и снизу – не менее 10 мм.

Наименование раздела на текстовом поле не приводится, а указывается в соответствующей позиции основного штампа. Наименования подразделов и пунктов даются непосредственно в тексте и оформляются в соответствии с требованиями стандарта АмГУ. Все остальные требования к тексту пояснительной записки аналогичны указанным выше.

### **3.3. Структура пояснительной записки**

Рекомендуется следующая структура пояснительной записки:

- титульный лист (приложение 1);
- задание на проектирование (приложение 2);
- реферат;
- список используемых сокращений
- содержание;
- введение;
- проектная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- приложение (при необходимости).

В реферате в сжатой форме предельно четко и ясно излагается поставленная задача, полученные результаты, особенности спроектированной системы электроснабжения.

В содержании последовательно перечисляются заголовки структурных частей пояснительной записки, а также номера и заголовки разделов и подразделов с указанием номеров страниц. Рекомендуем оформлять содержание в виде таблицы с невидимыми границами.



Рис. 2. Основной штамп для листа пояснительной записки.

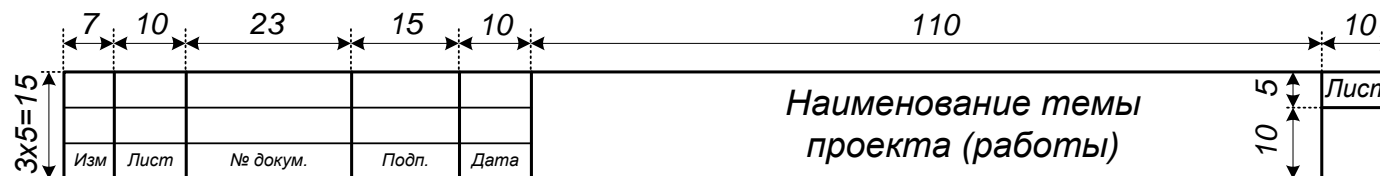


Рис. 3. Вспомогательный штамп для листа пояснительной записки.

### 3.4. Графическая часть дипломного проекта (работы)

Подробно информация о графической части проектов изложена в учебных пособиях:

Козлов А.Н., Козлов В.А., Мясоедов Ю.В. Графическая часть курсовых и дипломных проектов: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. Ун-та, 2007. – 120 с.

Принципиальная электрическая схема устройств релейной защиты и автоматики выполняется на листах чертежной бумаги формата А1 (594x841) разнесенным способом. При этом условные графические обозначения составных частей элементов располагают в разных местах схемы так, чтобы отдельные цепи электрического аппарата были изображены наиболее наглядно. Например: токовые цепи, цепи напряжения, оперативные цепи, цепи сигнализации, цепи синхронизации, цепи отключения и т.п.

Все элементы электрической цепи вычерчиваются в виде условных графических обозначений по размерам, установленным государственными стандартами.

Допускается пропорционально уменьшать, увеличивать или выделять некоторые элементы, если нужно подчеркнуть их особое назначение, либо вписывать в них поясняющие знаки.

Толщина линий электрической связи принимается от 0,2 до 0,6 мм.

Толщина линии условных графических обозначений принимается равной толщине линий электрической связи.

Различные функциональные цепи допускается вычерчивать линиями различной толщины (до 1 мм у первичных цепей).

В правом нижнем углу листа вычерчивается основная надпись (угловой штамп – рис. 4, б), а в левом верхнем – дополнительная (рис. 4, а). В дополнительной надписи текст развернут на  $180^{\circ}$ . Все надписи на чертежах и схемах выполняются чертежным шрифтом.

В соответствии с ГОСТ 2.201-80 каждому конструкторскому документу присваивается *обозначение документа*, представляющее собой буквенно-цифровой код.

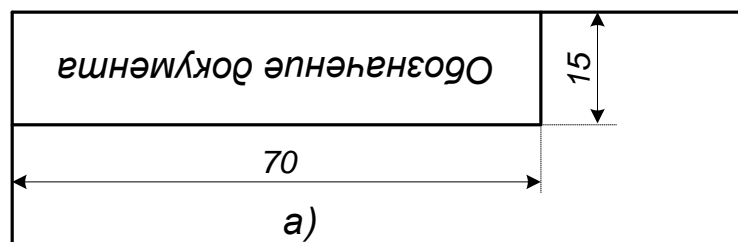


Рис. 4. Основная (б) и дополнительная (а) надписи листов графической части.

## Обозначение документа

Образец приведен на рис. 5.

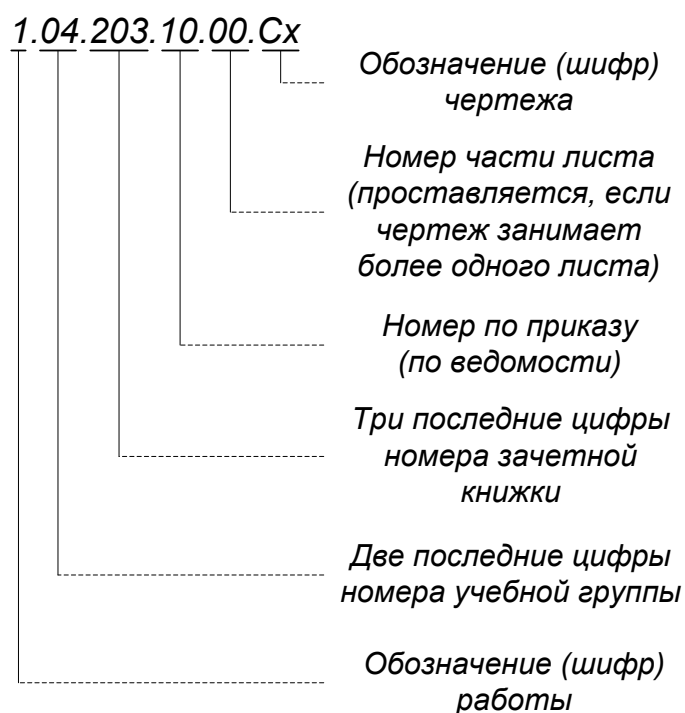


Рис. 5. Образец обозначения документа.

*Шифр работы* – однозначный буквенный код, означающий:

1 – дипломный проект (работа);

2 – курсовой проект (работа).

*Номер по приказу* проставляется в дипломных проектах (работах) и берется из приказа по университету, в котором утверждаются темы проектов. Для курсовых проектов и работ в этой позиции ставится порядковый номер студента *по ведомости* учебной группы.

*Номер части листа*. Позиция касается только дипломных проектов (работ), поскольку графическая часть в этом случае – разноплановая. Если чертеж, посвященный одному разделу, изображается более чем на одном листе формата А1 (например, по релейной защите: поясняющая схема и токовые цепи – на одном листе, а оперативные цепи, сигнальные цепи и схема управления выключателем – на другом), то в графе *Лист* основной надписи на этих листах будет стоять один и тот же номер, а в рассматриваемой позиции – цифры *01* и *02*. Во всех остальных случаях и на листах курсовых проектов (работ) проставляется *00*.

*Шифр чертежа* – буквенный код, обозначающий, что изображено на чертеже, например:

*Сх* – схема;

*Пл* – план;

*Гр* – графики;

*Тб* – таблицы и т.п.



## Перечень элементов (спецификация)

Каждый элемент электрической цепи должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, проставляемое с правой стороны элемента или над ним. Порядковый номер буквенно-цифрового обозначения должен стоять после буквенного обозначения элемента, – например: *C1*, *C2*, *C3* и т.д. В обозначениях контактов реле и блок-контактов привода коммутационных аппаратов цифра после точки обозначает номер контакта: *KL1.1*, *Q1.1*, *KM.1* и т.п. Вместо точки допускается использовать двоеточие: *KL1:1*, *Q1:1*, *KM:1*.

Буквенные коды наиболее распространенных элементов и устройств, применяемые в электрических схемах, даны в приложении А. Примеры использования обозначений – в схемах, приведенных в приложении Б.

Перечень элементов, входящих в электрическую схему, помещают над основной надписью в виде таблицы, заполняемой сверху вниз (рис. 6). При отсутствии места над основной надписью продолжение перечня элементов помещают слева от нее.

185					
20		110			10
Поз. Обозн.	Наименование			Кол.	Примечание
1	Цепной транспортер			1	4,1 кВт
...	...			...	...
65	Одноэтажный пресс			1	143,04 кВт
66	Многоэтажный пресс			1	82,19 кВт
67	Линия раскроя плит			1	169,95 кВт
1.04.207.11.00.Пл					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА
Разраб.					
Провер.					Д
Т.Контр.					Лист 3
Реценз.					Листов 9
Н.Контр.					ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
Утвержд.					
			Литера		Масса
			Масштаб		
			1:400		
			АмГУ		
			Кафедра энергетики		

Рис. 6. Пример оформления перечня элементов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Положение об итоговой государственной аттестации выпускников АмГУ. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2001. – 16 с.
2. Электроснабжение. Дипломное проектирование: Метод. указания / С.И. Бондаренко, В.М. Чумаков, Е.В. Самаркина. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – 55 с.
3. Пособие по дипломному проектированию / Г.Я. Вагин, Н.Н. Головкин, О.В. Маслеева. – Нижний Новгород: Изд-во НГТУ, 2004. – 136 с.
4. Правила оформления дипломных и курсовых работ (проектов): Стандарт Амурского государственного университета. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2001. – 44 с.
5. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2006. – 192 с.
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / Минэнерго СССР. 6-е изд., перераб. и доп. Красноярск, 1998. – 658 с.

**Бланк заявления о выборе темы проекта (работы)**  
*(выдается студенту на кафедре)*

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

\_\_\_\_\_ (наименование факультета)

**Заведующему кафедрой** \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры полностью)

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание)

От студента (ки) \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

**З А Я В Л Е Н И Е**

Прошу закрепить за мной дипломную работу (проект) на тему \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (рабочее полное название темы)

Руководитель:

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Дата \_\_\_\_\_ Подпись студента \_\_\_\_\_

Руководитель: «Согласен» \_\_\_\_\_  
(подпись)

Дата \_\_\_\_\_

Решение кафедры:

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_  
(подпись)

Дата \_\_\_\_\_

## Образец заполнения бланка заявления

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

Энергетический факультет

(наименование факультета)

Заведующему кафедрой Энергетики

(наименование кафедры полностью)

Савиной Наталье Викторовне, к.т.н., профессору

(фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание)

От студента (ки) 346 группы Дацко Романа Юрьевича

(фамилия, имя, отчество)

### ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу закрепить за мной дипломную работу (проект) на тему Проектирование микропроцессорной релейной защиты и автоматики подстанции 220/35/6 кВ «Новая» в поселке Талакан-2  
(рабочее полное название темы)

Руководитель:

Ротачева Алла Георгиевна, доцент

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Дата 02.02.2008 г.

Подпись студента Дацко

Руководитель: «Согласен» Ротачева

(подпись)

Дата 02.02.2008 г.

Решение кафедры:

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_

(подпись)

Дата \_\_\_\_\_

**Бланк титульного листа**  
(выдается студенту на кафедре)

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет \_\_\_\_\_  
Специальность \_\_\_\_\_  
Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ**  
Зав.кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия  
подпись « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

На тему \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исполнитель  
студент группы \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

Руководитель  
\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
должность подпись, дата И.О.Ф.

Консультанты:  
по \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

по \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

Рецензент \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

Технический контроль \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

Благовещенск 200\_\_

## Образец заполнения титульного листа

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет энергетический  
Специальность 14.0205 Электроэнергетические системы и сети  
Выпускающая кафедра энергетики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Зав.кафедрой энергетики  
Н.В. Савина  
подпись И.О. Фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему Развитие электрической сети напряжением 220 кВ Амурских ЦЭС  
в связи с реконструкцией подстанции Тамбовка

Исполнитель  
студент группы 343 \_\_\_\_\_  
подпись, дата П.О. Широков  
И.О.Ф.

Руководитель  
профессор \_\_\_\_\_  
должность подпись, дата Ю.В. Мясоедов  
И.О.Ф.

Консультанты:  
по организационно- \_\_\_\_\_  
экономической части подпись, дата Г.В. Судаков  
И.О.Ф.

по безопасности \_\_\_\_\_  
жизнедеятельности подпись, дата А.Б. Булгаков  
И.О.Ф.

Рецензент \_\_\_\_\_  
подпись, дата И.О.Ф.

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
подпись, дата А.Н. Козлов  
И.О.Ф.

Благовещенск 2007

### Примечания:

- 1) В графе «специальность» номер 140205 приведен для примера. Вы должны указывать свою специальность:  
140101 – Тепловые электрические станции;

140203 – Релейная защита и автоматизация ЭЭС;  
140204 – Электрические станции;  
140205 – Электроэнергетические системы и сети;  
140211 – Электроснабжение;  
140106 – Энергообеспечение предприятий.

- 2) Дипломная работа имеет аналогичный титульный лист, только слова «дипломный проект» заменены словами «дипломная работа».
- 3) Название проекта (работы) пишется в точном соответствии с приказом по университету об утверждении темы.
- 4) Рецензент назначается заведующим кафедрой при допуске к защите.
- 5) По решению кафедры нормоконтроль и технический контроль могут быть объединены и выполняться одним лицом. В этом случае на титульном листе остается только подпись нормоконтролера. Информация о форме контроля доводится в каждом учебном году до сведения студентов перед началом дипломного проектирования.



**Бланк задания на дипломное проектирование**  
(выдается студенту на кафедре)

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой

подпись \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

**З А Д А Н И Е**

К дипломной работе (проекту) студента \_\_\_\_\_

1. Тема дипломной работы (проекта): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(утверждено приказом от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к дипломной работе (проекту): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Содержание дипломной работы (проекта) (перечень подлежащих разработке вопросов): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Консультанты по дипломной работе (проекту) (с указанием относящихся к ним разделов): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель дипломной работы (проекта) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(фамилия, имя отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (подпись студента)

## Образец заполнения задания

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет энергетический  
Кафедра энергетики

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой

Н.В. Савина  
И.О. Фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

### З А Д А Н И Е

К дипломной работе (проекту) студента Ержанникова  
Сергея Игоревича

1. Тема дипломной работы (проекта): Реконструкция электрических сетей  
110 кВ на участке «Подстанция СКХ – подстанция Беркакит» для  
повышения надежности электроснабжения объектов ДВЖД

(утверждено приказом от 19.04.2007 г. № 535-цч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 10 июня 2007 г.

3. Исходные данные к дипломной работе (проекту): материалы  
преддипломной практики: схема Южно-Якутских электрических сетей;  
главные схемы подстанций СКХ и Беркакит; данные контрольных замеров  
нагрузки на подстанциях

4. Содержание дипломной работы (проекта) (перечень подлежащих разработке  
вопросов): характеристика реконструируемого района; расчет электрических  
нагрузок; выбор варианта сети, расчет и анализ режимов; расчет токов КЗ;  
.....; специальная часть; организационно-экономическая часть, БЖД.

5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков,  
схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) листы  
графической части: 1. Схема ЮЯЭС; 2. Варианты реконструкции; 3. Результаты  
расчета режимов; 4. Гл. схема ПС Беркакит; 5. РЗ тр-ра; 6. Заземление и  
молниезащита; 7. Оценка надежности; 8. Спец. часть; 9. Орг.-экон. часть

6. Консультанты по дипломной работе (проекту) (с указанием относящихся  
к ним разделов):  
Организационно-экономическая часть: к.э.н., ст. преподаватель Г.В. Судаков  
Безопасность жизнедеятельности: к.т.н. доцент А.Б. Булгаков

7. Дата выдачи задания 05 февраля 2007 г.

Руководитель дипломной работы (проекта) Козлов Александр Николаевич  
доцент, к.т.н.

(фамилия, имя отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 05 февраля 2007 г.

Ержанников (подпись студента)

Примечание: содержание текста, вписываемого в разделы 3, 4, 5 согласуется с руководителем проекта.

**Бланк отзыва руководителя**  
(выдается студенту на кафедре)

Лицевая сторона

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

**ОТЗЫВ**

На дипломную работу (проект) студента \_\_\_\_\_ факультета

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

Специальность \_\_\_\_\_

Тема дипломной работы (проекта): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Объем работы:

количество листов дипломной работы (проекта) \_\_\_\_\_

количество рисунков и таблиц \_\_\_\_\_

число приложений \_\_\_\_\_

2. Соответствие содержания работы (проекта) заданию (полное или неполное)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вопросы задания, не нашедшие отражения в работе (проекте) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Материалы, представленные в работе (проекте), непосредственно не связанные с темой и направленностью \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Достоинства дипломной работы (проекта)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Недостатки дипломной работы (проекта)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Оборотная сторона

5. Степень самостоятельности, проявленная выпускником и характер ее проявления

---

---

---

---

---

6. Масштабы и характер использования специальной литературы

---

---

---

---

---

7. Достоинства и недостатки оформления текстовой части и графического материала

---

---

---

---

---

8. Особенности общепрофессиональной и специальной подготовки выпускника

---

---

---

---

---

9. Практическая значимость (внедрение) результатов дипломной работы (проекта)

---

---

---

---

---

---

---

---

10. Общее заключение и предлагаемая оценка работы

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.      Руководитель \_\_\_\_\_

**Бланк рецензии**  
(выдается студенту на кафедре)

Лицевая сторона

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)

**РЕЦЕНЗИЯ**

На дипломную работу (проект) студента \_\_\_\_\_ факультета

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

Специальность \_\_\_\_\_

Тема дипломной работы (проекта): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

1. Соответствие содержания работы (проекта) заданию (полное или неполное)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Вопросы задания, не нашедшие отражения в работе (проекте) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Материалы, представленные в работе (проекте), непосредственно не связанные с темой и направленностью \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Достоинства дипломной работы (проекта)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Недостатки дипломной работы (проекта)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Оборотная сторона

4. Масштабы и характер использования специальной литературы

---

---

---

---

---

5. Достоинства и недостатки оформления текстовой части и графического материала

---

---

---

---

6. Особенности общепрофессиональной и специальной подготовки выпускника

---

---

---

---

7. Актуальность и новизна дипломной работы (проекта)

---

---

---

---

---

8. Практическая значимость (внедрение) результатов дипломной работы (проекта)

---

---

---

---

---

---

---

9. Общее заключение и предлагаемая оценка работы

---

---

---

---

---

---

Рецензент \_\_\_\_\_  
должность, Ф.И.О., подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Подпись рецензента заверяю: \_\_\_\_\_  
подпись заверяющего лица

М.П.

**Примечание:** подпись рецензента заверяется, как правило, в отделе кадров предприятия, на котором он работает и скрепляется печатью отдела кадров.

## Приложение 6.

### *Бланки замечаний нормоконтролера и технического контролера (подготавливаются студентом самостоятельно)*

#### ПЕРЕЧЕНЬ ЗАМЕЧАНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЕРА

по материалам дипломного проекта студента Сергеева Антона Сергеевича

«.....(тема проекта).....»

Обозначение документа	Условная пометка	Содержание замечания

« \_\_\_\_\_ » 200\_\_ г.

Технический контролер

Ю.В. Мясоедов

## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАМЕЧАНИЙ НОРМОКОНТРОЛЕРА

по материалам дипломного проекта студента \_\_\_\_\_ *Сергеева Антона Сергеевича*  
«.....(тема проекта).....»

Обозначение документа	Условная пометка	Содержание замечания

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Нормоконтролер

А.Н. Козлов

Примечание: «перечни...» заполняются контролерами от руки



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Организация дипломного проектирования	4
1.1. Цель и задачи дипломного проектирования	4
1.2. Порядок выдачи и утверждения темы дипломного проекта	5
1.3. Преддипломная практика	6
1.4. Рекомендации по выполнению и представлению дипломного проекта в ГАК	7
1.5. Защита дипломного проекта	10
2. Объем и содержание дипломного проекта (работы)	13
2.1. Общность и различие реального и студенческого проекта	14
2.2. Структура дипломного проекта	15
2.3. Структура дипломной работы	16
2.4. Методические указания по выполнению дипломного проекта (работы)	17
2.4.1. Роль введения и его структура	17
2.4.2. Основная часть дипломного проекта	18
2.4.3. Специальная часть дипломного проекта	41
2.4.4. Основная часть дипломной работы	41
2.5. Методические рекомендации по выполнению организационно-экономической части дипломного проекта	41
2.6. Безопасность и экологичность проекта	55
2.7. Заключение	65
3. Оформление дипломного проекта (работы)	66
3.1. Пояснительная записка дипломного проекта	66
3.2. Оформление пояснительной записки дипломной работы	68
3.3. Структура пояснительной записки	68
3.4. Графическая часть дипломного проекта (работы)	70
Библиографический список	75
Приложения	76

**Александр Николаевич Козлов,**  
доцент кафедры энергетике, канд. техн. наук, АмГУ  
**Юрий Викторович Мясоедов,**  
профессор кафедры энергетике, канд. техн. наук, АмГУ  
**Алла Георгиевна Ротачева,**  
доцент кафедры энергетике, АмГУ  
**Наталья Викторовна Савина,**  
профессор кафедры энергетике, канд. техн. наук, АмГУ  
**Геннадий Владимирович Судаков,**  
доцент кафедры энергетике, канд. экон. наук, АмГУ  
**Наиля Шавкатовна Чемборисова,**  
профессор кафедры энергетике, докт. техн. наук, АмГУ  
**Андрей Борисович Булгаков,**  
доцент кафедры БЖД, канд. техн. наук, АмГУ

**Дипломное проектирование:** *Учебно-методическое и справочное пособие.*

---

Изд-во АмГУ. Подписано к печати 06.08.08 г.. Формат 60 x 84/16 Усл. печ. л. 5,42  
Тираж 200. Заказ 202.