

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Цифровая энергетика»

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению выпускной квалификационной работы
для обучающихся по направлению 13.04.02
«Электроэнергетика и электротехника»
(направленность «Цифровые технологии в электроэнергетики»)

Курган 2023

Кафедра: «Цифровая энергетика».

Дисциплина: «Государственная итоговая аттестация» (направление 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»).

Составил: д-р техн. наук, доцент В. И. Мошкин.

Утверждены на заседании кафедры

«21» ноября 2022 г.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным методическим советом университета

«16» декабря 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень принятых сокращений.....	4
1 Цель и задачи ВКР	5
2 Общие положения	5
3 Содержание и объем ВКР.....	7
3.1 Титульный лист	8
3.2 Задание на выпускную квалификационную работу.....	8
3.3 Аннотация	9
3.4 Содержание	9
3.5 Введение	10
3.6 Дополнительные вопросы, выносимые по теме ВКР.....	10
3.6.1 Электробезопасность.....	10
3.6.2 Организационно-экономическая часть	11
3.7 Заключение	12
3.8 Список использованных источников	12
3.9 Приложения	13
3.10 Спецификация	14
4 Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части выпускной квалификационной работы.....	14
4.1 Общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки	14
4.2 Нумерация листов, иллюстраций, таблиц и формул.....	15
4.3 Структурное построение пояснительной записки	16
4.4 Иллюстрации	17
4.5 Диаграммы и графики	18
4.6 Таблицы	19
4.7 Формулы	22
4.8 Сокращения в тексте	24
4.9 Графическая часть	24
5 Содержание ВКР по проектированию линии электропередачи.....	27
5.1 Исходные данные для проектирования	27
5.2 Содержание основной части расчетно-пояснительной записки	27
5.3 Перечень тем для углубленной проработки (спецвопрос)	28
5.4 Содержание графической части проекта	29
6 Содержание ВКР по проектированию районной понизительной подстанции	29
6.1 Исходные данные для проектирования	29
6.2 Содержание основной части расчетно-пояснительной записки	30
6.3 Перечень тем для углубленной проработки (спецвопрос)	31
6.4 Содержание графической части проекта	32
7 Содержание ВКР по проектированию (реконструкции) системы электрообеспечения промышленного предприятия	32
7.1 Исходные данные для проектирования	32
7.2 Содержание основной части расчетно-пояснительной записки	33
7.3 Перечень тем для углубленной проработки (спецвопрос)	34
7.4 Содержание графической части проекта	34
8 Защита выпускной квалификационной работы.....	35
9 Список рекомендуемой литературы	35
Приложения	40

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ААCSRZ – провод из алюминиевого сплава со стальным сердечником;
АССС – провод алюминиевый с короткозамкнутым сердечником;
АВР – автоматическое включение резерва;
АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
АПВ – автоматическое повторное включение;
АЕРО-Z – провод с пониженным аэродинамическим сопротивлением и повышенной пропускной способностью;
АСУ-ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;
АСКУЭ – автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии;
БЖД – безопасность жизнедеятельности;
ВКР – выпускная квалификационная работа;
ВЛ – воздушная линия;
ВЧ – высокочастотная;
ВН – высшее напряжение;
ГЭК – государственная экзаменационная комиссия;
ГПП – главная понизительная подстанция;
ЕСКД – единая система конструкторской документации;
КЗ – короткое замыкание;
ЛЭП – линия электропередачи;
МЭИ – Московский энергетический институт;
МТЗ – максимальная токовая защита;
НН – низшее напряжение;
ОРУ – открытое распределительное устройство;
ПК – персональный компьютер;
ПИЗО – провод с изолирующей защитной оболочкой;
ПГВ – подстанция глубокого ввода;
РПН – регулятор напряжения под нагрузкой;
РУ – распределительное устройство;
СИП – самонесущий изолированный провод;
СН – собственные нужды;
СВЧ – сверхвысокая частота;
ТП – трансформаторная подстанция;
ТЭЦ – тепловая электростанция;
ЦРП – центральный распределительный пункт;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВКР

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является завершающим этапом подготовки обучающегося по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль «Цифровые технологии в электроэнергетике»). Она представляет собой самостоятельную работу, при выполнении которой обучающийся должен уметь применять знания, полученные в процессе обучения в университете и подтвердить свою профессиональную пригодность для работы в сфере:

- электроэнергетических систем;
- системы электроснабжения объектов техники и отраслей хозяйства;
- электрических станций и подстанций, линий электропередач;
- энергетических установок, электростанций и комплексов на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- устройств автоматического управления и релейной защиты в электроэнергетике.

Цель ВКР – реализация теоретических и практических знаний, полученных в процессе обучения в университете, при выполнении самостоятельной проектно-конструкторской работы в соответствии с полученным заданием.

Основными задачами, решаемыми при выполнении ВКР, являются:

- анализ основных тенденций развития конструкций линий электропередач, понизительных подстанций, электрических аппаратов и распределительных устройств и др. в соответствии с полученным заданием на проектирование;
- обоснование выбранной конструкции, подтверждаемое необходимыми расчетами;
- цифровое управление в электроэнергетике;
- оценка безопасности и экологичности ВКР;
- расчет технико-экономических показателей ВКР.

Темы ВКР должны быть связаны с профилем предприятия, на котором обучающийся будет проходить производственную практику. В ряде случаев темы работ могут быть предложены обучающимся, исходя из опыта их работы на предприятии, участия в учебной и научно-исследовательской работе. При выборе темы необходимо учитывать ее актуальность и новизну, возможность последующего внедрения результатов ВКР или отдельных её частей.

2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Обучающиеся выбирают тему квалификационной работы в соответствии со своими способностями, а также в соответствии с местами производственной практики до начала практики, для чего оформляют заявление (Приложение А). Перечень тем ВКР и руководитель утверждаются приказом директора института и доводится до сведения обучающегося не позднее чем за 6 месяцев до даты начала ГИА.

Обучающемуся предоставляется право выбора темы в порядке, установленном кафедрой, вплоть до предложения своей темы с необходимым обосно-

ванием целесообразности ее разработки. В случае изменения темы во время производственной практики обучающимся должно быть написано заявление на имя заведующего кафедрой с обоснованным названием новой темы. После указанного срока изменение темы квалификационной работы не допускается. Изменение темы ВКР возможно не позднее, чем за месяц до предполагаемой даты защиты ВКР на основании личного заявления обучающегося, согласованного с руководителем ВКР, на имя заведующего кафедрой. Изменение темы ВКР оформляется приказом по КГУ.

ВКР обучающегося по программе магистратуры представляет собой самостоятельное логически завершённое научное исследование, связанное с решением преимущественно теоретических задач в области цифровизации электроэнергетики или научно-обоснованный проект, связанный с решением практических задач в области цифровизации электроэнергетики.

Перед выполнением квалификационной работы обучающийся совместно с руководителем составляет:

- задание на квалификационную работу по установленной форме (приложение Б). Текст задания должен быть исполнен на листе формата А4 с двух сторон и в двух экземплярах, один из которых подшивается в записку, а второй передается секретарю ГЭК.

Основные обязанности руководителя:

- помощь в разработке задания на квалификационную работу;
- подбор, в случае необходимости, консультантов по отдельным разделам;
- рекомендации обучающемуся необходимой литературы, методов расчета, информационных и программных средств по теме проекта;
- проверка качества выполнения и написание отзыва на ВКР.

Выполненная ВКР, подписанная консультантами, нормоконтролером, руководителем и заведующим кафедрой представляется на предварительную защиту в комиссию кафедры (см. Раздел 8).

Руководитель контролирует устранение замечаний, затем оформляет отзыв, в котором отмечают объем ВКР, качества, проявленные обучающимся при его выполнении, оригинальные технические решения, а также возможность допуска обучающегося к защите в ГЭК, отражается также оценка ВКР (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично). Отзыв передается секретарю ГЭК.

ВКР, подписанная заведующим кафедрой, а также имеющая положительный отзыв руководителя, направляется на защиту в ГЭК.

Если обучающийся не представил ВКР к указанному сроку, не позднее чем за 2 календарных дня до дня защиты ВКР, кафедра направляет в организационный отдел института акт за подписью заведующего кафедрой о непредоставлении обучающимся ВКР.

Обучающийся, не представивший в установленный срок ВКР, не допускается к защите ВКР и отчисляется из университета с выдачей справки об обучении как не выполнивший обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана в связи с непрохождением госу-

дарственного аттестационного испытания из-за неявки по неуважительной причине.

ВКР по программе магистратуры подлежат рецензированию. Для проведения рецензирования ВКР указанная работа не позднее чем за 6 календарных дней до дня защиты ВКР направляется одному или нескольким рецензентам из числа лиц, не являющимся работниками кафедры, либо института, либо университета.

Защита ВКР начинается с доклада (до 15 минут).

Доклад должен содержать:

- обоснование необходимости разработки ВКР;
- основные сведения об источниках питания и потребителях;
- главные этапы проектирования и методы решения задач, которые при этом были использованы;
- описание оригинальных частей проекта;
- особенности разработанного спецвопроса;
- заключение.

Во время доклада важно правильно использовать графический материал проекта, делая ссылки на схемы, графики и тому подобное. Желателен вариант защиты с применением мультимедийных средств.

Вопросы, задаваемые на защите, могут касаться ВКР в целом, её деталей, а также быть чисто теоретическими с тем, чтобы проверить глубину знаний магистранта.

После ответов на вопросы председатель ГЭК или секретарь знакомит ГЭК с отзывом и рецензией, справкой о результатах проверки ВКР на наличие заимствований. После чего обучающийся отвечает на замечания рецензента.

После этого председатель ГЭК объявляет окончание процедуры защиты ВКР.

После окончания защиты ВКР ГЭК в закрытом заседании обсуждает защиту и открытым голосованием выносит решение о присвоении обучающемуся квалификации магистра и об оценке проекта.

Обучающимся, успешно защитившим свои ВКР и получившим квалификацию магистра, выдаются дипломы установленного образца.

3 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВКР

Квалификационная работа состоит из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) и графической части (ГЧ).

В зависимости от выбранной темы ВКР наибольшее развитие получает расчетно-конструкторская, производственно-технологическая или научно-исследовательская части.

Расчетно-пояснительная записка проекта в общем случае независимо от тематической направленности должна быть сшита и содержать:

- титульный лист;
- задание на ВКР;
- аннотацию;
- содержание;

- введение;
- основную часть в соответствии с заданием;
- спецвопрос по углубленной проработке какой-то части ВКР в объеме 10-15 страниц;
- раздел по электробезопасности;
- организационно-экономическую часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости);
- спецификацию.

Дополнительно в конце ВКР вкладываются: письменное согласие обучающегося на размещение ВКР в электронной информационно-образовательной среде; справка о результатах проверки ВКР на наличие заимствований; заявление обучающегося на тему ВКР.

Ниже приведены рекомендации по содержанию перечисленных разделов. Объем РПЗ без приложения должен быть не менее 100 страниц машинописного текста. Объем графической документации проекта должен составлять 7-8 листов формата А1.

3.1 Титульный лист

Титульный лист оформляется после согласования с руководителем проекта.

Тема проекта на титульном листе и в задании должна формулироваться в строгом соответствии с приказом ректора университета.

Титульный лист оформляется в соответствии с приведенным в Приложении Г образцом (с сохранением формы, расположения текста, шрифтов и др.).

Примечания:

1 Название министерства, университета, кафедры, темы работы, город и год написания работы печатают с выравниванием строки по центру листа.

2 Название университета и кафедры приводится в соответствии с уставом вуза.

3 Ученые звания и степени должностных лиц в принятых сокращениях размещаются перед фамилиями.

4 Сокращения слов, их переносы, постановка точек на титульном листе не допускаются. Все правила написания названий министерства, вуза, наименование работы, ее темы – те же, что и при написании заголовков в тексте (см. раздел 4. подраздел 4.1).

3.2 Задание на выпускную квалификационную работу

Перед началом работы руководитель совместно с обучающимся составляет задание на ВКР по установленной форме (Приложение Б). Текст задания размещается на одном листе формата А4 с двух сторон и в двух экземплярах.

Объем и содержание разделов в задании разрабатываются совместно с руководителем проекта и утверждаются заведующим кафедрой. При выполнении проекта задание допускается корректировать.

Обязательно включить в задание следующие исходные данные: сведения об энергосистеме; сведения об условиях присоединения к энергосистеме.

3.3 Аннотация

Аннотация включает в себя три составные части:

- информацию о составе пояснительной записки;
- перечень ключевых слов;
- текст аннотации.

В информационной части аннотации приводятся сведения:

- о количестве страниц;
- о количестве иллюстраций;
- о количестве таблиц;
- о количестве чертежей формата А1;
- о количестве использованных источников;
- о количестве приложений к пояснительной записке.

Перечень ключевых слов должен характеризовать тематику аннотируемой записки. Перечень должен содержать от 5 до 15 ключевых слов в именительном падеже, написанных прописными буквами в строку через запятую. Точка в конце ключевых слов не ставится.

Текст аннотации должен отражать объект разработки; цель работы; технические решения; полученные результаты и их новизну; рекомендации по внедрению; эффективность принятых решений; область применения проекта.

Оптимальный объем текста аннотации – (1000-1200) знаков (0,5-1,0 с). Пример оформления аннотации дан в приложении Д.

3.4 Содержание

Содержание определяется характером работы. Но в любом случае, работа должна содержать введение, основную часть, состоящую из разделов, подразделов и пунктов, заключения, списка использованных источников, приложений (при необходимости), спецификацию.

Рубрикация частей работы должна быть выполнена в соответствии с рекомендациями.

Содержание, аннотация, введение, заключение, список использованных источников, приложения не нумеруются. Эти заготовки оформляются в РПЗ прописными буквами и размещают симметрично тексту. В содержание вносят только три ступени рубрикации, т. е. разделы, подразделы и пункты.

Наименование разделов, включенных в содержание, записывают прописными буквами и размещают симметрично тексту. Наименование подразделов и пунктов записываются строчными буквами, начиная с прописной буквы и размещают симметрично тексту.

Заголовки всех частей работы (разделов, подразделов, пунктов) должны быть напечатаны без отступа. Пример:

1 _____
1.1 _____
1.2 _____
1.3 _____
1.3.1 _____
1.3.2 _____
2 _____
2.1 _____
2.2 _____
2.2.1 _____
2.2.2 _____
3 _____

В содержании обязательно должны быть указаны номера страниц, на которых размещается начало каждой части работы (разделов, подразделов, пунктов).

Колонку с номерами страниц размещают у правого края листа. Последнее слово каждого заголовка и соответствующий номер страницы можно соединить штриховой или точечной линией.

3.5 Введение

Введение РПЗ должно состоять из трех смысловых частей.

В первой части приводятся данные анализа передовых достижений науки и техники по теме ВКР, дается общая оценка ситуационной обстановки, требующей её разработки, с обоснованием основных принимаемых решений.

Во второй части формулируются цель и задачи проекта, оценивается актуальность и новизна темы, указывается связь с общегосударственными задачами в области цифровизации электроэнергетики, роль и значение проектируемой линии электропередачи или подстанции и др. (в соответствии с темой ВКР).

В третьей части приводятся наименования директивных документов, на основании которых будет выполняться проект.

Объем раздела «Введение» 1-1,5 страницы.

3.6 Дополнительные вопросы, выносимые по теме ВКР

3.6.1 Электробезопасность

Этот раздел является неотъемлемой частью проекта, в котором должны быть рассмотрены и обеспечены основные безопасные условия труда в соответствии с законодательством.

Устройство электроустановок должно соответствовать требованиям правил устройства электроустановок, строительных норм и правил, государственных стандартов, правил безопасности труда и другой нормативно-технической документации (НТД). Организация эксплуатации и ремонта электроустановок должна соответствовать требованиям правил эксплуатации, государственных стандартов, правил по охране труда при эксплуатации электроустановок и других нормативных актов по охране труда и техники безопасности.

Основные требования указанных правил и НТД должны учитываться при оформлении графической части и отражены в РПЗ в краткой форме (объем 5÷7 страниц).

При этом в тексте РПЗ в обязательном порядке рассмотреть следующие вопросы:

1 Виды и характеристика помещений в отношении опасности поражения людей электрическим током.

2 Меры защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме, которые должны применяться по отдельности или в сочетании от прямого прикосновения.

3 Меры защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции, которые должны применяться по отдельности или в сочетании при косвенном прикосновении.

4 Средства защиты, используемые от поражения электрическим током (электрозащитные средства) и средства индивидуальной защиты.

5 Пожарная безопасность электроустановок, зданий и сооружений.

6 Охрана окружающей среды.

Вопросы по электробезопасности, пожарной безопасности и охране окружающей среды необходимо выделить в РПЗ отдельно для конкретного проектируемого объекта.

В РПЗ также необходимо отразить устройство освещения проектируемого объекта с указанием вида применяемого освещения, типа и места установки светильников, источники света и их мощность.

В данном разделе студентам в соответствии с заданием на ВКР необходимо произвести расчет контура защитного заземления; расчет и выбор типа молниезащиты, используя действующие методические указания и нормативные документы.

Исходные данные по оформлению РПЗ и задание по расчету заземляющих устройств и молниезащиты выдаются студенту руководителем или консультантом проекта. В графической части проекта, чертеж молниезащиты и заземления необходимо выполнить на одном листе.

3.6.2 Организационно-экономическая часть

Организационно-экономическая часть выпускной квалификационной работы представляет собой технико-экономический расчет, в котором определя-

ются инвестиционные вложения в проект и последующие эксплуатационные расходы, затем проводится оценка экономической эффективности предложенных проектных решений по созданию, реконструкции или модернизации системы электроснабжения или ее элементов.

Экономическая оценка может быть осуществлена с помощью традиционных методик. Наиболее приемлемой в выпускной квалификационной работе представляется методика дисконтированных денежных потоков. Важнейшими экономическими показателями при сравнении вариантов систем электроснабжения являются приведенные годовые затраты и срок окупаемости капиталовложений, являющийся критерием, который оценивает риск проекта.

Технические и экономические показатели тесно связаны между собой. Изменение одного или нескольких технических показателей связано с изменением издержек производства и эксплуатации, что сказывается на экономической эффективности.

Организационно-экономическая часть также может включать ряд вопросов организации производства.

Объем организационно-экономической части от 8 до 12 листов пояснительной записки. Результаты экономических расчетов представляются в виде таблицы или графика на листах формата А3 в РПЗ с применением основной надписи наибольшего размера вплоть до размеров, как для формата А1.

При выполнении технико-экономических расчетов и написании этого раздела студенту следует руководствоваться специальными методическими указаниями соответствующей кафедры и консультанта по экономическому разделу проекта, определяющими конкретное содержание и объем раздела.

3.7 Заключение

В заключении (0,5- 1,0 листов) кратко подводятся итоги работы и указывается, какое новое инженерное решение положено в основу проекта и каковы его достоинства, что нового предложено самим обучающимся, каковы возможности дальнейшего использования материалов проекта и какими могут быть направления дальнейшей работы в этой области (Приложение Е).

3.8 Список использованных источников

Библиографический список размещают в конце основной части под заголовком «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ». Количество источников в списке не более 20. Заголовок печатают прописными буквами, как и названия всех разделов.

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте записки или в алфавитном порядке и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

Ссылки на источники в тексте указываются в квадратных скобках (например, [4], [5-9]).

В перечне литература для каждого источника по ГОСТ 7.1-2003 должны указывать: фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие издания, место издания, издательство, год издания, количество страниц. Название места издания указывается без сокращений, в именительном падеже. Допускается сокращение только для двух городов: Москва (М) и Ленинград (Л), Санкт-Петербург (СПб).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора; заглавие статьи; название издания (журнала); название серии (если таковое имеется); год выпуска; том (при необходимости); номер выпуска (журнала); страницы, на которых напечатана статья.

Заглавия издания, название периодического издания, фамилию и инициалы авторов следует приводить в том виде, в каком они даны на титульном листе с соответствующими дополнениями (например, пояснением содержания; назначением; указанием о переводе; языке оригинала; повторности издания и тому подобное).

В РПЗ ссылки на все источники делать обязательно.

3.9 Приложения

Приложения оформляются как продолжение записки на листах, следующих за списком использованных источников, и располагаются в порядке появления ссылок на них в тексте. На листе с приложением А должен быть общий заголовок ПРИЛОЖЕНИЯ.

В приложение выносят второстепенный материал, который носит вспомогательный характер в отображении основного материала: формы документов; таблицы расчетных данных; протоколы; инструкции; распечатки средств вычислительной и множительной техники; вспомогательные иллюстрации; алгоритмы задач, решаемых на ЭВМ, и тому подобное.

В приложения также выносятся все материалы, представленные на листах, несоответствующих формату А4 (крупные таблицы, иллюстрации, схемы, эскизы, фотографии и тому подобное). Они могут быть выполнены на листах форматов А3, А2 и других форматах, кратных А4 (ГОСТ 2.301-68*).

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложение обозначают прописными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова "Приложение" следует буква, обозначающая его последовательность. Если в проекте одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Нумерация таблиц, рисунков и формул должна содержать буквы приложений, например, Таблица А1, Рисунок Б2, формула (А2).

3.10 Спецификация

Спецификацией называется документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекта или комплекса. Спецификация составляется на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплект или комплекс в виде таблицы по правилам, определяемым ГОСТом 2.106-96. Листы спецификации имеют внутреннюю нумерацию листов. В расчетно-пояснительной записке спецификация составляется на документацию (1 лист) и на сборочные единицы (1 – 2 листа). Под документацией подразумевается записка и графическая часть проекта, а под сборочными единицами – основное оборудование, входящее в комплекс (подстанция, линия электропередач и другие комплексы, подлежащие проектной разработке). Пример составления спецификации приведен в приложении Ж.

4 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

4.1 Общие требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка оформляется на одной стороне листов белой бумаги формата А4 (210 x 297 мм). Записка может содержать листы другого формата в виде приложений.

Текстовая часть в пределах пояснительной записки оформляется однотипным образом:

- в виде рукописного текста, написанного шариковой ручкой синего, фиолетового или черного цветов с высотой букв не менее 2,5 мм;
- машинописным способом с использованием полужирной ленты черного цвета и межстрочным интервалом печати – 2, высотой шрифта не менее 2,5 мм;
- с использованием печатающих и графических устройств по ГОСТ 2.004-88. Рекомендуется шрифт Times New Roman, кегль не менее 12.

При использовании графических иллюстраций, помимо указанных средств, допускается использование простого карандаша. На диаграммах с большим числом зависимостей допускается использование разноцветных линий.

Для каждой страницы записки выдерживаются поля: левое не менее – 30 мм; верхнее и нижнее не менее – 20 мм; правое не менее – 10 мм.

В случае, когда внутри записки, выполненной рукописным способом, имеются листы с распечатками средств вычислительной техники (результаты расчетов и тому подобное), их допускается включать в основную текстовую часть при условии, если их оформление соответствует всем требованиям настоящих положений. В противном случае они оформляются в виде приложений.

Абзац выделяется от начала строки 5 пробелами при написании машинописным текстом или 10-15 мм – рукописным.

Вписывание специальных символов в формулы, иллюстрации, таблицы производится с тем же размером, плотностью и цветом, что и в основной текст.

Исправление опечаток производится аккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской (типа «Штрих») исправляемых символов с последующим нанесением на том же месте исправленного изображения. Исправления методом заклеивания не допускаются. Листы с большим числом исправлений (больше 5) подлежат замене.

Все заголовки текстовых разделов, подразделов и пунктов и наименования таблиц, рисунков, приложений подчиняются следующим единым требованиям:

- они должны кратко и точно отображать содержание;
- не допускаются переносы слов в заголовках;
- точка в конце заголовка не ставится;
- не допускается подчеркивание заголовка;
- при исполнении на компьютере заголовков может набираться жирным шрифтом;
- если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой;
- при переходе заголовка на вторую строку она должна быть расположена симметрично первой строке;
- сверху и снизу заголовки выделяются пустыми строками;
- должны располагаться симметрично тексту, кроме заголовков таблиц.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении записки на компьютере и машинописным способом должно быть равно – 1 интервалу, а при выполнении рукописным способом 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала. Расстояние между заголовками и текстом - 1 интервал, между текстом подраздела или пункта до их следующих заголовков – 2 интервала.

Новый раздел (глава) должны начинаться с нового листа.

4.2 Нумерация листов, иллюстраций, таблиц и формул

Нумерация листов пояснительной записки выполняется арабскими цифрами, **соблюдая сквозную нумерацию**. Исключение составляют листы со спецификациями, которые помещаются в конце пояснительной записки и имеют свою внутреннюю нумерацию листов.

На титульном листе, листе с заданием на проект и аннотации номера страниц не проставляются. На остальных листах записки номера страниц проставляются в центре нижней части листа без точки и черточек. Лист с заданием считать за одну страницу.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию листов записки.

Иллюстрации и таблицы на листах формата А3 учитывают как одну страницу.

Номера страниц с иллюстрациями и таблицами, изображенными с поворотом на 90 градусов против часовой стрелки, а также листов приложений с типовыми бланками документов, фотографий допускается не указывать, но учитывать в общей нумерации страниц записки.

Пустые листы в общую нумерацию страниц записки не входят.

Нумерация иллюстраций, формул, таблиц выполняется арабскими цифрами единообразно в пределах записки одним из способов:

- в виде сквозной нумерации, содержащей только порядковый номер иллюстрации, формулы или таблицы в объеме всей записки;
- в виде нумерации внутри каждого из разделов записки. В этом случае, нумерация включает в себя номер данного раздела и порядковый номер структурной единицы внутри данного раздела, разделенные точкой. Точка после последней цифры не ставится.

4.3 Структурное построение пояснительной записки

Текстовую часть проекта разделяют на разделы (главы), подразделы и пункты. В каждом из указанных элементов разделения в качестве внутреннего текстового подразделения могут также выступать перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис. При необходимости ссылки в тексте на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся цифры или строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы **а** (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь), после которых ставятся скобки. Имеется также способ перечисления с помощью цифр без скобок. В этом случае каждое перечисление начинается с прописной буквы в первом слове или предлоге и заканчивается точкой. В других способах перечислений в первом их слове – строчные буквы и в конце перечислений – точка с запятой, в конце последнего перечисления - точка.

Разделы имеют сквозную нумерацию в пределах всего дипломного проекта. Исключение составляют разделы: «Аннотация», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» и «Приложения», которые не нумеруются.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Если раздел состоит из одного подраздела, то подраздел не нумеруется. Если подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов в них должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

Пример:

3 РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Первый подраздел третьего раздела

- 3.1.1***
 - 3.1.2***
 - 3.1.3***
- Нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела***

Каждый новый раздел должен начинаться с нового листа и иметь неповторяющийся заголовок, состоящий из номера раздела и названия, разделенных пробелом, без точки.

Заголовки разделов записываются прописными буквами без точки в конце заголовка и располагается по центру текстового массива. Заголовки подразделов записываются строчными буквами начиная с прописной, без точки в конце заголовка и располагается по центру текстового массива. Ссылки на разделы и подразделы в основном тексте производятся по типу (Раздел 3, Подраздел 5.1).

Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела и должны иметь неповторяющиеся заголовки. Заголовок подраздела состоит из нумерации подраздела и названия, разделенных пробелом без точки. Нумерация включает в себя номер раздела и номер подраздела в составе данного раздела, записываемых через точку.

Пункты нумеруются в пределах подразделов. Нумерация пунктов включает в себя номер раздела, номер подраздела, номер пункта, разделенных точками, в конце номера пункта точка не ставится.

Название пункта не является обязательным, и текстовая часть может начинаться сразу за нумерацией. При наличии названия пункта его заголовок оформляется по аналогии с заголовком подраздела. Ссылки на пункт в основном тексте производятся по типу – (п.2.1.3).

Каждый раздел должен заканчиваться выводом (Приложение И), в котором кратко должны быть изложены основные результаты, полученные в данном разделе (подразделе, если подраздел имеет большой объем).

В РПЗ избегать описаний принципов работы известных устройств (трансформаторов, выключателей и других устройств), а также описаний, в которых отсутствуют формулы, графики и т.п.

4.4 Иллюстрации

Иллюстрации в основной части текста выполняются на отдельных листах формата А4 либо, если позволяют размеры, вставляются в разрыв текстовой печати. Иллюстрации большего размера приводят в пояснительной записке в качестве приложения, в которых отсутствуют формулы, графики и тому подобное.

Допускается использование в качестве иллюстраций к пояснительной записке изображений, представленных в графической части проекта на форматах А1.

Иллюстрации располагают после первой ссылки на них и в той же последовательности, что и в основном тексте таким образом, чтобы их было удобно рассматривать без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке на 90 градусов.

При необходимости иллюстрация снабжают подрисуночными поясняющими надписями, которые располагают снизу, симметрично изображению и перечисляют через точку с запятой. Затем должны быть номер и наименование рисунка симметрично ему.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в записке, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Допускается выполнение чертежей, графиков, диаграмм, схем посредством использования компьютерной печати.

Если в тексте записки имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагаются в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электроэлементов – **позиционные обозначения, установленные в схемах ГОСТом.**

Нумерация иллюстрации производится записью слова «Рисунок» в том же стиле, что и основной текст с номером в принятой системе нумерации, например, Рисунок 1 – Схема замещения.

Если рисунок выполнен более чем на одной странице, то в этом случае название пишется на каждой странице, подрисовочные надписи могут быть представлены также на каждой странице, а на второй и других страницах делается надпись – «Продолжение рисунка и его номер».

Ссылки на иллюстрации в тексте производятся по типу – «...в соответствии с рисунком 5» при сквозной нумерации и «...в соответствии с рисунком 3.17» при нумерации в пределах раздела. Ссылки на изображения, представленные в графической части проекта, выполняются указанием на обозначение чертежа в графе 3 его основной надписи по типу 13.04.02-23-СХ.01.Э4.

В РПЗ ссылки на графическую часть делать обязательно. На листах с электрическими схемами необходимо размещать перечень электрических элементов в таблице над основной надписью.

На генпланах необходимо показывать трассы кабельных линий.

4.5 Диаграммы и графики

Диаграммы и графики в качестве структурных элементов рассматриваются как разновидности иллюстраций и поэтому в записку включаются в полном соответствии с основными требованиями подраздела 4.4. Они должны соответствовать рекомендациям ЕСКД Р 50-77-88.

Диаграммы и графики могут быть представлены:

- числовыми диаграммами, на которых изображаются графические зависимости двух и более переменных величин в линейных или нелинейных числовых шкалах,

- качественными диаграммами, показывающими внешний вид функциональных зависимостей переменных величин без использования числовых шкал.

В прямоугольной системе координат независимую переменную следует откладывать на горизонтальной оси (абсцисс), положительные значения величин следует откладывать на осях вправо и вверх от точки начала отсчета.

Координатные оси как шкалы значений изображаемых величин следует разделять на графические интервалы одним из следующих способов:

- координатной сеткой;
- делительными штрихами;
- сочетанием координатной сетки и делительных штрихов.

Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, следует разделять только делительными штрихами.

Числовые значения отметок подписываются вне поля диаграммы и располагаются горизонтально. Если началом числовых шкал является одно и то же число, оно указывается один раз на пересечении шкал.

На качественных диаграммах координатные оси на интервалы не делятся.

В качестве числовых шкал допускается использовать:

- непосредственно координатные оси;
- линии координатной сетки, ограничивающие поле диаграммы;
- выносные линии, расположенные параллельно осям.

Последние два вида числовых шкал используются в случаях, когда на одной диаграмме изображается несколько функциональных зависимостей с различными переменными.

При отсутствии координатной сетки оси заканчиваются стрелками, указывающими направление изменения параметра.

Графики зависимостей представляются линиями, которые не должны выходить за границы координатных осей или числовых шкал.

Для выделения отдельных экспериментальных или расчетных точек необходимо использовать условные символы (точки, крестики, кружочки и тому подобное).

Обозначения физических величин (переменных) производится с внешней стороны диаграммы в конце координатной оси. Обозначения физических величин записываются только горизонтально.

Единицы измерения величин указываются в конце шкалы вместе с наименованием или обозначением переменной величины после запятой возле последнего числа.

Диаграммы могут иметь поясняющие надписи, которые размещаются под диаграммой или на свободном месте поля диаграммы. Пересечение надписей с линиями графиков или линиями координатной сетки не допускается.

В проекте могут использоваться столбчатые диаграммы (гистограммы), и секторные диаграммы.

4.6 Таблицы

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

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

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

В таблицах с переносом их текста на другие листы допускается нумерация заголовков и подзаголовков граф или повторение головки таблиц.

ставляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. **Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте РПЗ.**

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Названия граф и строк в головке и боковике таблицы записываются в виде:

- слов и выражений, начинающихся с прописных букв;
- принятых буквенных условных обозначений величин, установленных ГОСТ 2.321-84;
- математических выражений;
- других обозначений, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях.

Названия последующих подграф и подстрок имеют аналогичное представление, но записываются со строчных букв, если их названия образуют одно предложение с заголовками граф (строк) предыдущего уровня, и с прописной буквы, если их названия представляют самостоятельные значения.

При написании заголовков к графам (строкам) допускаются сокращения слов. Запрещается деление элементов головки таблицы по диагонали, а также введение графы – № п/п.

Размерность физических величин указывается в таблице одним из следующих способов:

- если размерность одна на всю таблицу, то она указывается над таблицей справа;
- если размерность величин преимущественно одна и та же, то она указывается аналогично первому случаю, а в заголовках тех граф, которые имеют другую размерность, указывается индивидуальная размерность величин после их названия через запятую;
- если размерность величин индивидуальна для каждой графы, то она указывается каждый раз после соответствующего заголовка через запятую;
- в боковике или головке таблицы может быть введена дополнительная графа (строка) или графа (колонка) с заголовком – «Единицы измерения», элементы которой заполняются названиями единиц измерений.

Заполнение таблицы ведется по всем назначенным в боковике и головке таблицы элементам разбиения. При отсутствии данных ставится прочерк.

Дробные числовые данные записываются только в десятичном виде. Исключения составляют размеры, выраженные в дюймах.

Для удобства чтения таблицы числовые данные в графах рекомендуется представлять с одинаковым числом десятичных знаков и с выравниванием разрядов по вертикали.

При заполнении таблицы допускаются следующие упрощения:

- если имеется повторяющиеся данные в виде слова, то при повторях допускается заменять его значком " (кавычки). Указанное правило не распространяется на цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов;

- если имеется повторяющееся выражение (сочетание двух и более слов), то первый раз оно может быть заменено на сочетание «то же», а при последующих повторях – значком " (кавычки). Указанное правило также распространяется на повторяющиеся части фраз.

Ссылки на таблицу в тексте производятся по типу: первый раз – (таблица 2.1), при повторных ссылках – (см. таблицу 2.1).

4.7 Формулы

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

Формулы могут располагаться непосредственно в тексте (простые и короткие формулы) или отдельными строками. Формула не должна нарушать синтаксический строй фразы, поэтому в тексте знаки препинания ставят в соответствии с обычными грамматическими правилами.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в тех случаях, когда оно необходимо по правилам пунктуации: когда в тексте перед формулой содержится обобщающее слово; когда этого требует построение текста, предшествующего формуле.

Между формулами, следующими одна за другой и не разделенными текстом, ставится точка с запятой, а после последней формулы – точка. Эти знаки препинания помещают непосредственно за формулами до их номера.

Значения буквенных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны расшифровываться непосредственно под формулой.

Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они указаны в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. В этом случае после формулы ставят запятую.

Знаки препинания в расшифровке расставляют следующим образом:

- между символом и расшифровкой ставят тире;
- внутри расшифровки единицы измерений отделяют от текста запятой;
- после расшифровки перед следующим символом ставят точку с запятой;
- в конце последней расшифровки ставят точку.

При подстановке численных значений величин, которые входят в формулу, числа располагаются в порядке расположения величин. После подстановки числовых значений величин пишут окончательный результат вычислений, опуская промежуточные вычислительные операции. **Часто встречающаяся в практике запись типа $a = b + c = 0,2 + 0,5 = 0,7$ м совершенно недопустима. Правильно так: $a = b + c$; $a = 0,2 + 0,5 = 0,7$ м.**

Перед написанием формулы необходимо дать ссылку на источник, из которого она заимствована.

При наличии в работе более одной формулы нумерацию формул выполняют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы должен состоять из номера раздела и ее порядкового номера с точкой между ними. Номер формулы располагают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

При ссылках на какую-либо формулу ее номер ставят точно в той же графической форме. Например, в формуле (3.7); из уравнения (5.1) следует...

Пример:

$$U = I \cdot R, \quad (2.13)$$

где U – напряжение, В;

I – ток, А;

R – сопротивление, Ом.

Одну формулу обозначают – (1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (B1).

Допускается сквозная нумерация формул в пределах пояснительной записки.

Размерности физических величин, входящих в формулу, указываются в одном из следующих видов:

- в строке с пояснением данного символа после текста расшифровки через запятую;
- непосредственно после числового значения величины, приведенного в тексте расшифровки.

Числа в тексте следует писать, соблюдая следующие правила:

- однозначные количественные и порядковые числительные, если среди них нет единиц измерения величины, пишут словами (например: по первому варианту);
- сложные прилагательные, первой частью которых являются числительные, а второй - метрические меры, проценты и тому подобное, пишут так: 10%-ный, 5-метровый, но трехполюсный, трехколесный и т. д.;
- не ставят падежные окончания в порядковых числительных, если

они расположены за существительным, к которому относятся (например: в таблице 10, на рисунке 5).

4.8 Сокращения в тексте

В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов, согласно ГОСТ 7.12-93. Исключением являются сокращения слов в боковиках и головках таблиц, где причиной сокращений может явиться недостаток места.

Допускается применение сокращений, понятий и аббревиатур, относящихся к определенной области знания, но в этом случае их перечень с расшифровкой должен быть помещен в начало работы после содержания. Если этих сокращений немного (меньше 20), то достаточно их расшифровки при первом упоминании в тексте (в скобках, либо в подстрочном примечании).

Внутри предложения слова «и другие», «и тому подобное», «и прочие», «так как», «например», «около» не сокращают.

4.9 Графическая часть

Графическая часть проекта иллюстрирует результаты работы и выполняется карандашом черного цвета или с использованием плоттеров и принтеров на листах ватмана формата А1 (594x841 мм). Общее число графических листов - 7-8. Форматы и масштабы изображений и их обозначение на чертежах установлены ГОСТ 2.301-68* и ГОСТ 2.302-68*.

Формат	Размеры сторон, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

При выполнении чертежей, схем, диаграмм, и тому подобное, небольших размеров и при необходимости совмещения их на одном листе допускается формат А1 делить в любой комбинации на форматы:

- А2 (420 x 594 мм);
- А3 (297 x 420 мм);
- А4 (210 x 297 мм).

При этом формат А1 не разрезается, а основные надписи на выделенных форматах выполняются на каждом выделенном формате. На форматах А4 основная надпись может размещаться только вдоль короткой стороны.

Допускается использование дополнительных форматов, образуемых увеличением сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата А4 согласно ГОСТ 2.301-68*.

Все надписи на схемах выполняют чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Масштабы и степень детализации графического материала выбираются из условия целесообразности. На каждом листе графический материал следует располагать равномерно по всей площади так, чтобы в среднем было заполнено 70-80% общей площади листа.

На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав изделия и изображенные на схеме. Данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов (таблице). Таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его. При этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов должна осуществляться через позиционные обозначения.

Каждый чертеж должен иметь основную надпись, расположенную в правом нижнем углу формата. Формы, размеры и содержание основной надписи определены ГОСТ 2.104-68 и должны соответствовать нормам, принятым в университете. Пример оформления основной надписи приведён в приложении Л.

В графы, номера которых проставлены в приложения Л, вписываются:

- в графе (1) – формулировка темы проекта по приказу;

- в графе (2) – Выпускная квалификационная работа;

- в графе (3) – обозначение документа, например: 13.04.02-23-СХ.01.Э4, где первые шесть знаков - шифр специальности; вторые два знака – год разработки (последние две цифры); третьи два знака – обозначение типа чертежа (например: ПЛ- планировка, СБ-сборочный, СХ-схема, МЧ-монтажный чертеж, ИЛ-иллюстрация т.д.); четвертые два знака – номер сборочной единицы; последние два знака – вид и тип схемы (например: Э4 – схема электрическая соединений);

- в графе (4) – наименование устройства (схемы), изображенного на чертеже;

- в графе (5) - материал детали. На общих видах, схемах и других чертежах не заполняется.

Шифры электрических схем состоят из буквы Э (электрическая), определяющей вид схемы, и цифры, определяющей тип схемы: 1-структурная, 2- функциональная, 3- принципиальная, 4- соединений, 5-подключения, 6- общая, 7- расположения, 0- объединенная. Например: Э3 - схема электрическая принципиальная, Э4- схема электрическая соединений, Э0- схема электрическая соединений и подключений.

Для выполнения чертежей применяются линии, назначение которых установлено ГОСТ 2.303-68*.

Толщина линий одного назначения должна быть на данном чертеже одинаковой для всех изображений, вычерчиваемых в одном масштабе. При наличии на изображении крупных и мелких элементов допускается для обводки контура мелких элементов применять более тонкую основную линию. Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

При нанесении размеров следует руководствоваться требованиями, установленными ГОСТ 2.307-68*.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для чтения чертежа (монтажа и контроля объекта).

Размерные линии следует наносить вне контура изображения. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в

качестве размерных; разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий.

Электрические схемы на чертежах выполняются в соответствии с ГОСТ 2.702-75*. Схемы выполняют в отключенном состоянии без соблюдения масштаба реального изделия (за исключением монтажных чертежей и схем) на основе принятой системы условных обозначений элементов. Действительное и пространственное расположение составных частей изделия либо не учитываются вообще, либо учитываются приближенно. Схемы выполняются компактно, но без ущерба для ясности и удобства чтения.

Условные графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков, иметь минимальное число пересечений и изломов. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Допускается все условные графические обозначения пропорционально увеличивать для наглядности.

При выполнении электрических схем на планах помещений, населенных пунктах и тому подобное электротехническую часть вычерчивают более толстыми линиями, чем другие элементы чертежа. Планы и размеры помещений для изображения на них электрооборудования и проводок выполняются по требованиям, предъявляемым к строительным чертежам.

На принципиальных схемах изображаются все элементы и устройства в виде условных графических изображений, а также все линии связи между ними.

Каждый элемент схемы должен иметь буквенное обозначение, после которого проставляют его порядковый номер, установленный в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение (см. ГОСТ 2.710-81). Порядковые номера присваивают элементам по направлению слева направо и сверху вниз. Буквенно-цифровые обозначения проставляют рядом с элементами справа или над ним. Буквы и цифры выполняют одним шрифтом.

Данные об элементах и устройствах, изображенных на схеме изделия, записывают в перечень элементов, который оформляют в виде таблицы и заполняют сверху вниз. Таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его.

Схемы и планы производственных территорий, зданий, помещений и расположение оборудования выполняются в масштабе.

Чертежи подписываются студентом-дипломником, руководителем проекта, консультантами, нормоконтролером и заведующим кафедрой «Энергетика и технология металлов».

В графическую часть не включать чертежи выключателей, ячеек РУ и других готовых элементов. В РПЗ ссылки на графическую часть делать обязательно.

5 СОДЕРЖАНИЕ ВКР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

5.1 Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования являются:

- схема сетевого района;
- суточные графики нагрузки (летний и зимний) по активной и реактивной мощности объектов, для электроснабжения которых предназначается данная линия электропередачи (ЛЭП);
- расстояние до возможных источников питания;
- сведения об источниках (однолинейная схема, мощность генераторов или трансформаторов, реактивное сопротивление или мощность короткого замыкания на шинах, располагаемые напряжения, величина напряжений в режимах наибольших и наименьших нагрузок, располагаемая активная и реактивная мощности);
- климатические, геологические и иные условия местности;
- план местности.

5.2 Содержание основной части расчетно-пояснительной записки

В основной части расчетно-пояснительной записки должны быть отражены следующие вопросы:

1 Краткое описание потребителей и отнесение их к определенной категории по надежности электроснабжения. Описание климатических и геологических условий местности, где проходит предполагаемая трасса линии, населенность местности, наличие застройки, инженерные сооружения и естественные препятствия, которые линия должна пересечь.

2 Определение расчетной нагрузки на шинах центра питания с учетом несовпадений максимумов нагрузок отдельных потребителей. Определение мощности, передаваемой по линии в режимах наибольших и наименьших нагрузок. Определение мощности компенсирующих устройств.

3 Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции, устанавливаемой в центре питания.

4 Краткое описание вариантов ЛЭП, предлагаемых для технико-экономического сравнения (протяженность ЛЭП, число цепей, сечение проводов, напряжение). Наиболее удобно этот пункт выполнять в следующей последовательности:

- намечаются варианты трассы ЛЭП в зависимости от выбираемого(ых) источника(ов);
- намечаются варианты по числу цепей ЛЭП в зависимости от категории потребителей по надежности электроснабжения;
- намечаются варианты по напряжению ЛЭП в зависимости от расстояния от источника и до передаваемой по проектируемой ЛЭП мощности;
- для каждого из намеченных напряжений определяется ток вводной цепи

линии в режиме наибольших нагрузок. По экономической плотности тока или по экономическим интервалам нагрузок определяется сечение провода;

- намечаются варианты сечения провода ЛЭП на ступень ниже определенного в предыдущем пункте, равное ему, и на ступень ниже;

- составляется краткое описание вариантов ЛЭП, предлагаемых для дальнейшего рассмотрения.

5 Рассчитываются показатели каждого варианта.

6 Выполняется экономическое сравнение вариантов ЛЭП и выбор из них наиболее целесообразного. Если сравниваемые варианты существенно отличаются по надежности, например, одноцепная и двухцепная ЛЭП, то при экономическом сравнении следует учесть ущерб от перерыва в электроснабжении.

7 Рассчитываются токи трехфазных и однофазных коротких замыканий (КЗ), а также ток нулевой последовательности при однофазных и двухфазных КЗ на землю и расчет остаточных напряжений.

8 Выбираются выключатели на головном конце линии и определяются режимы нейтрали трансформаторов.

9 Производится выбор схемы автоматического повторного включения (АПВ) на источнике питания, выбор основных и резервных защит от междуфазных КЗ и КЗ на землю и определение параметров.

10 Составляются принципиальные схемы релейной защиты и автоматики ЛЭП, выбирается основная аппаратура и определяется сечение соединительных проводов токовых цепей.

11 Производится сбор нормативных сочетаний климатических условий для механического расчета линии.

12 Определяются удельные нагрузки на проводах и тросах при выбранных сочетаниях климатических условий.

13 Определяются допустимые напряжения в проводах и тросах.

14 Определяются критические длины пролетов при критической температуре.

15 Определяются расчетные длины промежуточного пролета.

16 Производится построение шаблона для расстановки опор.

5.3 Перечень тем для углубленной проработки (спецвопрос)

В каждом проекте должен быть детально разработан какой-либо специальный вопрос. Примерный перечень таких вопросов приведен ниже:

1 Увеличение пропускной способности ЛЭП.

2 Способы плавки гололеда, не ухудшающие механические характеристики провода.

3 Расчет переходов через препятствие.

4 Определение тяжения по проводам и тросам при их обрывах в одном из пролетов.

5 Защита линий от грозových или внутренних перенапряжений.

6 Экологическое влияние ЛЭП.

7 Заземляющие устройства опор ЛЭП.

- 8 Выбор высокочастотной связи по проводам ЛЭП.
- 9 Выбор способа регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности с определением диапазона регулирования на питающей подстанции, а также выбор средств регулирования в центрах питания и в сети.
- 10 Механический расчет и конструирование ответвительной опоры.
- 11 Расчет влияний электропередачи на линии связи.
- 12 Транспозиция проводов, улучшающая пропускную способность ЛЭП.
- 13 Организация строительно-монтажных работ с разработкой организационно-технических мероприятий (сетевое планирование).
- 14 Мероприятия по компенсации реактивной мощности.
- 15 Составление программы для проектирования отдельных элементов электроснабжения при помощи ПК.
- 16 Исследование надежности электроснабжения.
- 17 Мониторинг состояния ЛЭП при экстремальных метеоусловиях.
- 18 Применение резервной фазы для повышения надежности электроснабжения.
- 19 Применение новых конструкций опор ВЛ.
- 20 Применение новых конструкций новых проводов – AACSRZ, ACCC, AERO-Z, СИП, ПИЗО.

5.4 Содержание графической части проекта

Проект должен содержать следующий графический материал (например):

- 1 План сетевого района с нанесением существующей сети и проектируемой линии электропередачи (1-2 листа).
- 2 Принципиальные схемы релейной защиты и автоматики (1-2 листа).
- 3 Чертежи, связанные с механическим расчетом ЛЭП (2 листа).
- 4 Молниезащита и заземление ЛЭП (1-2 листа).
- 5 Чертежи, связанные с темой для углубленной проработки (1 лист по указанию руководителя).
- 6 Иллюстрации по организационно-экономической части на листах формата А3 в РПЗ.

6 СОДЕРЖАНИЕ ВКР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАЙОННОЙ Понижительной подстанции

6.1 Исходные данные для проектирования

Исходными данными являются:

- ситуационный план участка или карта района с обозначением места сооружения проектируемой подстанции;
- сведения об источниках питания;
- характеристика потребителей электроэнергии (максимальная нагрузка на шинах вторичного напряжения подстанции, суточные графики нагрузок (летний

и зимний);

- сведения о климатических условиях в районе сооружения подстанции;
- технические условия на присоединение.

6.2 Содержание основной части расчетно-пояснительной записки

В основной части расчетно-пояснительной записки должны быть отражены следующие вопросы:

1 Краткая характеристика объекта проектирования (краткое описание и характеристика проектируемого объекта и потребителей электрической энергии, требования к надежности и бесперебойности электроснабжения, возможность резервирования питания потребителей от соседних подстанций).

2 Обработка графиков нагрузок потребителей (определение суточных графиков нагрузок потребителей подстанции в зимний и летний периоды, построение годового графика по продолжительности нагрузок, вычисление по годовому графику числовых показателей).

3 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на проектируемой подстанции.

4 Выбор главной схемы электрических соединений подстанции с обоснованием выбора схемы подстанции с учетом числа присоединений, требования надежности электроснабжения потребителей и обеспечения пропуска через подстанцию перетоков мощности по межсистемным и магистральным линиям, а также возможность перспективного развития.

5 Расчет токов КЗ для заданной схемы сетевого района, который включает в себя:

- составление однолинейной схемы замещения, выбор аварийных (расчетных) точек КЗ и расчетных видов КЗ;
- определение расчетного времени КЗ; определение сопротивлений элементов расчетной схемы;
- приведение схемы замещения к простейшему виду и вычисление токов всех видов повреждений;
- определение необходимости ограничения токов КЗ.

6 Выбор основного электрооборудования и токоведущих частей. Наиболее удобно этот раздел выполнять в следующем порядке:

- выбор токоведущих частей (жестких и гибких шин, изоляторов, токопроводов и кабелей);
- выбор электрических аппаратов;
- выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения, определение сечения соединительных проводов вторичной цепи.

7 Выбор релейной защиты и автоматики.

8 Измерение и учет электроэнергии.

9 Выбор оперативного тока и источников питания (с учетом типов выбранных приводов к выключателям и схем релейной защиты и автоматики).

10 Собственные нужды (СН) подстанции (определение расхода на СН для подстанции и выбор мощности трансформаторов СН).

11 Регулирование напряжения на подстанции (выбор способа регулирования напряжения на проектируемой подстанции).

12 Выбор конструкций распределительных устройств (РУ) всех напряжений, компоновка сооружений на площадке проектируемой подстанции.

13 Освещение подстанции.

14 Молниезащита подстанции.

15 Заземление подстанции.

6.3 Перечень тем для углубленной проработки (спецвопрос)

В каждом проекте должен быть детально разработан какой-либо специальный вопрос. Примерный перечень таких вопросов приведен ниже:

1 Релейная защита и автоматика блока трансформатор - питающая линия (на головном выключателе).

2 Релейная защита питающих линий и линий связи.

3 Выбор схемы высокочастотной (ВЧ) связи и установка оборудования.

4 Устройство для передачи отключающего импульса на головной выключатель и контроля исправности проводов.

5 Отыскание места повреждения в воздушных (кабельных) линиях.

6 Конструкция ячейки по плавке гололеда и схема плавки.

7 Расчет и конструкция питающей линии.

8 Расчет и установка дугогасительных катушек.

9 Выбор и расчет схемы управления выключателями с электромагнитными приводами при переменном оперативном токе.

10 Комплексная автоматизация подстанции:

- устройство автоматической частотной разгрузки (АЧР);

- устройство частотного автоматического повторного включения (АПВ) отходящих линий;

- автоматический запуск и останов вентиляторов охлаждения силовых трансформаторов;

- устройство автоматического включения резерва (АВР) трансформаторов собственных нужд.

11 Организация и производство монтажных и наладочных работ (по одному из наиболее крупных узлов подстанции).

12 Выбор электрических схем распределительных устройств (РУ) подстанции на основе технико-экономических расчетов с учетом показателей надежности.

13 Защита подстанции от волн напряжений, набегающих с линии.

14 Диагностика силового электрического оборудования.

15 Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанций 110-500 кВ.

16 Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

17 Резистивное заземление нейтралей трансформаторов.

6.4 Содержание графической части проекта

Проект должен содержать следующий графический материал (примерный перечень):

1 Ситуационный план района с обозначением места сооружения подстанции (1 лист).

2 Главная схема электрических соединений подстанции (1 лист).

3 План подстанции (1-2 листа).

4 Схема релейной защиты трансформаторов и автоматики (1 лист).

5 Молниезащита, заземление (1 лист).

6 Чертежи, связанные с темой для углубленной проработки (1 лист по указанию руководителя).

7 Схема электрических соединений собственных нужд подстанции (1 лист).

8 Иллюстрации по организационно-экономической части на листах формата А3 в РПЗ.

7 СОДЕРЖАНИЕ ВКР ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ (РЕКОНСТРУКЦИИ) СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Примерные темы дипломных проектов:

1 Проект электроснабжения предприятия (машиностроительного, химического, нефтеперерабатывающего и т.д.).

2 Проект электроснабжения нефтепромысла.

3 Проект электроснабжения промышленного района.

4 Проект реконструкции системы электроснабжения предприятия (машиностроительного, химического, нефтеперерабатывающего и т.д.).

7.1 Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования являются:

- технические условия на присоединение;

- генеральный план промышленного предприятия с размещением цехов и нанесением на него коммуникаций, зеленых насаждений и т.п.;

- нагрузки по цехам предприятия в виде перечня потребителей, их технологического назначения и паспортных данных (допустимо объединять однородные потребители в группы с указанием суммарной установленной мощности, их количества, максимальной и минимальной единичной мощности потребителей в группе);

- сведения об источниках электроснабжения промышленного предприятия:

- схемы существующего питания с указанием мощности генераторов или трансформаторов;
- реактивное сопротивление источника питания или мощность короткого замыкания (к.з.) на шинах источника питания;
- расстояние от источника питания по трассе ЛЭП до промышленного предприятия;
- напряжения на сборных шинах источника питания;
- мощности, которые могут быть получены от источника питания при проектировании электроснабжения.

7.2 Содержание основной части расчетно-пояснительной записки

В пояснительной записке должны найти отражение следующие вопросы:

1 Краткое описание технологического процесса предприятия с отнесением категорий (I, II, III) отдельных приемников и потребителей по надежности электроснабжения.

2 Расчет электрических нагрузок цехов (корпусов, технологических установок) и в целом по предприятию. На план предприятия наносится картограмма и центр нагрузок.

3 Выбор числа, мощности и местоположения трансформаторов главной понижающей подстанции (ГПП) и цеховых трансформаторных подстанций (ТП).

4 Выбор и обоснование схем внешнего и внутреннего электроснабжения.

5 Выбор схемы электрических соединений ГПП (ПГВ), если таковая имеется в проекте. Схема должна быть обоснована с учетом надежности электроснабжения и подробно описана.

6 Выбор схемы электрических соединений ГРП (ЦРП), если они имеются в проекте. Схема должна быть обоснована с учетом надежности электроснабжения и подробно описана.

7 Расчет токов к.з. и выбор аппаратуры высокого напряжения (выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов, шинных конструкций, кабелей и т.п.). Объем работы выполняется по согласованию с руководителем. В проекте предусматривается применение отечественной аппаратуры и материалов новейших образцов.

8 Выбор конструкции распределительного устройства (РУ) высокого напряжения ГПП, ТП.

9 Выбор и расчет релейной защиты и автоматики одного из элементов электроснабжения промышленного предприятия по указанию руководителя проекта.

10 Компенсация реактивной мощности.

11 Выбор сетей одного из цехов промышленного предприятия, электроснабжение которого подробно рассматривается в проекте (как вариант спецвпроса).

11.1 Выбор способа прокладки сетей напряжением до 1 кВ, в том числе и осветительной.

11.2 Выбор схемы питания приемников электроэнергии напряжением до 1 кВ, в том числе и светильников.

11.3 Расчет токов к.з. в сети напряжением до 1 кВ и выбор коммутационной аппаратуры и защиты.

11.4 Решение вопросов по качеству электроэнергии.

11.5 Расчет молниезащиты цеха или подстанции.

12 Электробезопасность.

13 Экономическая часть.

7.3 Перечень тем для углубленной проработки (спецвопрос)

В каждом дипломном проекте должен быть детально разработан какой-нибудь специальный вопрос по указанию руководителя дипломного проекта, например:

1 Электроснабжение насосной или компрессорной станции, самозапуск электродвигателей конкретной технологической установки, производства.

2 Непрерывный контроль сопротивления изоляции в сетях 6-10 кВ.

3 Непрерывный контроль сопротивления изоляции в сетях 0,4 кВ.

4 Защитное отключение передвижных и переносных электроустановок или электроустановок во взрыво- и пожароопасных зонах.

5 Электроснабжение и электрооборудование электротехнологических установок (тяговые подстанции, зарядные станции аккумуляторных батарей, дуговые, ВЧ или СВЧ печи, электролиз, подъемно-транспортные механизмы и т.п.).

6 Разработка мероприятий по экономии электроэнергии (на примере конкретного цеха, производства).

7 Автоматическое регулирование мощности конденсаторных установок компенсации реактивной мощности.

8 Разработка мероприятий по повышению надежности электроснабжения (на примере конкретной линии, узла системы электроснабжения).

9 Разработка мероприятий по повышению качества электроэнергии (на примере конкретной электротехнологической установки (электросварка, дуговые, ВЧ или СВЧ печи, электролиз и т.п.).

10 Диагностика силового электрического оборудования.

11 Повышения качества электроосвещения и надежности работы светильников с помощью светодиодных источников света.

7.4 Содержание графической части проекта

Проект должен содержать следующий графический материал (примерный перечень):

1 Генплан предприятия с нанесением картограммы и центра нагрузок, электрических сетей и подстанций (1 лист).

2 Схемы электроснабжения рассмотренных вариантов. Под каждым вариантом должны быть даны все его технико-экономические показатели (1 лист).

3 Однолинейная схема электроснабжения промышленного предприятия (выбранный вариант) (1 лист).

4 Схемы защиты и автоматики одного из объектов системы электроснабжения по указанию руководителя проекта (1 лист).

5 Однолинейная схема электрических соединений ГПП или ТП цеха по указанию руководителя проекта (1 лист).

6 Однолинейная схема собственных нужд подстанции (ГПП).

7 Чертежи, связанные с темой для углубленной проработки (1 лист по указанию руководителя).

8 Молниезащита, заземление (1 лист).

9 Иллюстрации по организационно-экономической части на листах формата А3 в РПЗ.

8 ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Защита ВКР состоит из нескольких этапов:

- предварительная защита на кафедре;
- защита в ГЭК.

В процессе работы над ВКР руководитель или консультант могут подать представление на имя заведующего кафедрой о неритмичной работе студента и низком качестве выполнения разделов проекта. Если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к предварительной защите проекта, то этот вопрос обсуждают на заседании кафедры с участием студента-дипломника.

Предварительная защита проектов начинается **за две недели до начала работы ГЭК**. На кафедре создается комиссия, которая оценивает готовность ВКР для защиты в ГЭК. **РПЗ и графическая часть ВКР представляются на предварительную защиту с подписями нормоконтролера, консультантов, руководителя и заведующего кафедрой.**

При качественном выполнении ВКР и соответствующей подготовленности обучающегося комиссия указывает дату защиты ВКР в ГЭК в протоколе комиссии.

В случае, когда комиссия по предварительной защите определяет недостаточную подготовленность обучающегося, назначается дополнительный срок для исправления и уточнения материалов проекта (не более 3-5 дней в рамках графика учебного процесса КГУ).

Защита проектов в ГЭК проводится в сроки, оговоренные графиком учебного процесса КГУ. Расписание защит утверждается первым проректором КГУ и представляется на доске объявлений кафедры ЦЭ. Защита проектов проводится на открытых заседаниях ГЭК.

9 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ

[Текст] : учебно-справочное пособие / И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов. – М. : Изд-во МЭИ, 2015. – 142 с.

2 Басс, Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем [Текст] : учеб. пособие / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А. Ф. Дьякова. – 2-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2006. – 296 с.

3 Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. – 3-е изд. – М.: Изд. дом МЭИ, 2010. – 745 с.

4 Борисов, Р. К. Заземляющие устройства электроустановок [Текст] : справочник / Р. К. Борисов. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 360 с.

5 Гологорский, Е. Г. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4 – 500 кВ [Текст] / Е. Г. Гологорский. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 344 с.

6 Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В.Т. Федин. – Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.

7 Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда [Текст] : учеб. пособие / Е. В. Глебова. – М. : Высшая школа, 2005. – 383 с.

8 ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. – Введ. 2014-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 16 с.

9 Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем [Текст] : учеб. пособие / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. – М. : Изд. дом МЭИ, 2012. – 568 с.

10 Дьяков, А. Ф. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Текст] : учеб. пособие / А. Ф. Дьяков [и др.] ; под ред. А.Ф. Дьякова. – 2-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2011. – 455 с.

11 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Текст]. – М. : Изд. дом МЭИ, 2004. – 57 с.

12 Карташов, И.И. Управление качеством электроэнергии [Текст] : учеб. пособие / И. И. Карташов, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов; под ред. Ю. В. Шарова. – 2-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2008. – 354 с.

13 Карякин, Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок [Текст] / Р. Н. Карякин. – М. : Энергосервис, 2002. – 375 с.

14 Коротков, В. Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах [Текст] : учебник для вузов / В.Ф. Коротков. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 612 с.

15 Кочкин, В. И. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий [Текст] / В. И. Кочкин, О. П. Нечаев; под общ. ред. Н. В. Ольшанской. – М. : Изд-во НЦ ЭНДС, 2000. – 248 с.

16 Кравченя, Э. М. Охрана труда и основы энергосбережения [Текст] : учеб. пособие / Э. М. Кравченя. – Минск: ТетраСистемс, 2005. – 288 с.

17 Комплектные устройства [Текст] : каталог / ОАО «Дивногорский завод низковольтных автоматов ДЗНВА». – Дивногорск: Изд-во ДАО ДЗНВА, 2008. – 150 с.

18 Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крючкова. – 2-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2011. – 472 с.

19 Короткие замыкания и выбор электрооборудования [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крючкова, В. А. Старшинова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2012. – 568 с.

20 Казаков, Ю. Б. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях [Текст] : учеб. пособие / Ю. Б. Казаков. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 152 с.

21 Кабели и провода [Текст] : каталог / ОАО «Севкабель-Холдинг». – М.: НИИ «Севкабель», 2007. – 280 с.

22 Кудрин, Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы [Текст] : учебник для вузов / Б. И. Кудрин, Ю. В. Матюнин, Б. В. Жилин. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 412 с.

23 Лаврентьев, В. М. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ВЛ 110-1150 кВ [Текст] : учеб. пособие / В. М. Лаврентьев, Н. Г. Царанов. – М. : Изд. дом МЭИ, 2014. – 572 с.

24 Лыкин, А. В. Электрические системы и сети [Текст] / А. В. Лыкин. – М. : Логос, 2006. – 254 с.

25 Макаров, Е. Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ, в 13 томах [Текст] / Е.Ф. Макаров. – М. : Изд-во Папирус Про, 1999-2013.

26 Методические указания к курсовому проектированию «Проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. : В. И. Мошкин, Н. С. Деркач, Т. А. Стрижова, ч. 1. – Курган: Изд-во КГУ, 2005. – 55 с.

27 Методические указания к курсовому проектированию «Проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. : В. И. Мошкин, Н. С. Деркач, Т. А. Стрижова, ч. 2. – Курган: Изд-во КГУ, 2007. – 50 с.

28 Методические указания к выполнению электрических схем для студентов специальности 140211.65 «Электроснабжение» и направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» [Текст] / сост. : В. И. Мошкин, В. А. Медведев. – Курган: Изд-во КГУ, 2013. – 14 с.

29 Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов направления 140400.62 «Энергетика и электротехника» [Текст] / сост. В. И. Мошкин, В. А. Медведев. – Курган: Изд-во КГУ, 2014. – 61 с.

30 Методические указания к курсовому проектированию «Расчет токов короткого замыкания» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. В. И. Мошкин. – Курган: Изд-во КГУ, 2005. – 31 с.

31 Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Проектирование электрической части подстанций систем электроснабжения» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. В. И. Мошкин. – Курган: Изд-во КГУ, 2005. – 43 с.

32 Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Релейная защита систем электроснабжения» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. А. А. Данилов. – Курган: Изд-во КГУ, 2005. – 112 с.

33 Методические указания к выполнению курсовой работы «Экономика энергетики» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. А. С. Таранов. – Курган: Изд-во КГУ, 2005. – 34 с.

34 Методические указания к курсовому проектированию «Проектирование сети для электроснабжения промышленного района» для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» [Текст] / сост. В.И. Мошкин. – Курган: Изд-во КГУ, 2012. – 55 с.

35 Непомнящий, В. А. Экономические потери от нарушения электроснабжения потребителей [Текст] / В.А. Непомнящий. – М. : Изд. дом МЭИ, 2010. – 118 с.

36 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТППС) [Текст]. – М. : Изд-во ОАО «ФСК ЕЭС», 2009. – 97 с.

37 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст]. – Екатеринбург: Уральское юридическое издательство, 2003. – 303 с.

38 Правила устройства электроустановок [Текст]. – 6-е и 7-е изд. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. – 853 с.

39 Переходные процессы в электрических системах [Текст] : учебник для вузов / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. И. П. Крючкова. – М. : Изд. дом МЭИ, 2012. – 568 с.

40 Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Текст]. – Новосибирск: Изд-во «Норматика», 2014. – 96 с.

41 Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением 6-20 кВ с защитными проводами (ПУ ВЛЗ 6-20 кВ) [Текст]. – М. : Минтопэнерго РФ, 1998.

42 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ [Текст]. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 82 с.

43 Производство светодиодных светильников [Текст] : каталог / Уральский завод электротехнологий. – Екатеринбург: Уральское книжное изд-во, 2012. – 52 с.

44 Рекомендации по применению самонесущих изолированных проводов и линейной арматуры на воздушных линиях 0,4 кВ [Текст] / Подольск: Из-во ООО «НИЛЕД-ТД», 2008. – 100 с.

45 Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст] / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – М. : «Академия», 2013. – 448 с.

46 Светильники для производственных и общественных помещений и наружного освещения [Текст] : каталог / Ардатовский светотехнический завод, республика Мордовия : Саранское книжное изд-во, 2010. – 144 с.

47 Справочник терминов и определений [Текст] / сост. В. И. Афтаев, В. И. Мошкин. – Курган: Изд-во КГУ, 2010. – 208 с.

48 Савченко, О. В. Потери электроэнергии при её транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение [Текст] : учеб. пособие / О. В. Савченко, Г. В. Шведов, О. В. Сипачева. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 424 с.

49 Справочник по энергосбережению и электрооборудованию предприятий и общественных зданий [Текст] / под общ. ред. С. И. Гомазина, Б. И. Кудрина, С. А. Цырина. – М. : Изд. дом МЭИ, 2010. – 745 с.

50 Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения [Текст]. – М. : ОАО «ФСК ЕЭС», 2007. – 144 с.

51 Шабад, В. К. Электромеханические переходные процессы в электрических системах [Текст] : учеб. пособие / В. К. Шабад. – М. : ИЦ Академия, 2013. – 192 с.

52 Шведов, Г. В. Электроснабжение городов. Электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. В. Шведов. М. : Изд. дом МЭИ, 2012. – 268 с.

53 Шонин, Ю. П. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт силовых масляных трансформаторов и реакторов [Текст] : справочно-практическое пособие / Ю. П. Шонин, В. Я. Путилов. – М. : Изд. дом МЭИ, 2013. – 760 с.

54 Управление качеством электрической энергии [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Тульский [и др.] ; под ред. Ю. В. Шарова. – 2-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2008. – 354 с.

55 Электробезопасность. Теория и практика [Текст] : учеб. пособие для вузов / П. А. Долин [и др.] ; под ред. В. Т. Медведева. – 3-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2012. – 280 с.

56 Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Текст] : учебник для вузов / А. Ф. Дьяков [и др.] ; под ред. А. Ф. Дьякова. – 2-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2014. – 544 с.

57 Электротехнический справочник : в 4-х томах [Текст] / под ред. В. Г. Герасимова [и др.]. – 9-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2004-2009.

Том 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы. – 10-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2009. – 440 с.

Том 2. Электротехнические изделия и устройства. – 10-е изд. – М. : изд. дом МЭИ, 2007. – 518 с.

Том 3. Производство и распределение электрической энергии. – 10-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2009. – 964 с.

Том 4. Использование электрической энергии. – 9-е изд. – М. : Изд. дом МЭИ, 2004. – 696 с.

58 Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35кВ и 110-1150кВ. Том 10.– М.: Папирус Про, 2009.– 816 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Заведующему кафедрой ЦЭ _____
от обучающегося _____ гр. _____

Заявление

Прошу Вас утвердить тему моей выпускной квалификационной работы

« _____ »

Обоснование _____

Подпись

Дата

Ф И О

Приложение Б
Примеры оформления задания

(пример 1)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Цифровая энергетика»

З А Д А Н И Е № _____

на выпускную квалификационную работу

Обучающийся гр. _____ направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____

Тема работы **Проект ГПП для вновь строящегося предприятия**

Утверждена приказом по университету № _____ от «__» февраля 2023 г.
Руководитель работы доцент, д.т.н. Мошкин Владимир Иванович
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

Консультанты:

1 Релейная защита ст. преподаватель Шестаков Дмитрий Николаевич
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

2 Электробезопасность доцент, к.т.н. Копытин Игорь Иванович
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

3 Организационно-экономическая часть доцент, к.п.н. Нечеухина Жанна Владимировна
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

Сроки выполнения работы с «9» марта по «29» июня 2023 г.

Содержание задания: работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом не менее 100 стр., графической части 7-9 листов формата А1.

Расчетно-пояснительная записка:

- 1 Характеристика объекта и исходные данные для проектирования.
- 2 Графики нагрузок, выбор числа и мощности силовых трансформаторов.
- 3 Выбор главной схемы электрических соединений.
- 4 Расчет токов короткого замыкания.
- 5 Выбор основного оборудования и токоведущих частей.
- 6 Выбор релейной защиты и автоматики.

7 Электробезопасность.

8 Организационно-экономическая часть проекта.

9 Спецвопрос.

Графическая часть:

1 Варианты питания ГПП (1 лист).

2 Главная схема электрических соединений (1 лист).

3 План подстанции (1-2 листа).

4 Релейная защита (1 лист).

5 Молниезащита и заземление (1 лист).

6 Схема электрических соединений собственных нужд подстанции (1 лист).

7 Техничко-экономические показатели проекта (на листах формата А3 в РПЗ).

8 Спецвопрос (1 лист).

С заданием ознакомлен «__» марта 2023 г. _____ / _____ /

Руководитель проекта (работы) _____ / В.И. Мошкин /

Задание утверждаю: Зав. кафедрой _____ / В.И. Мошкин /

Решение о допуске обучающегося к защите работы в ГЭК:

Объем работы: графическая часть _____ листов А1.

Расчетно-пояснительная записка _____ стр.

Подписи консультантов

Руководитель

1 _____ «__» _____ 2023 г. _____ «__» _____ 2023 г.

2 _____ «__» _____ 2023 г. Нормоконтролер

3 _____ «__» _____ 2023 г. _____ «__» _____ 2023 г.

Направить на рецензирование _____

Допустить обучающегося _____ к

защите работы в Государственной экзаменационной комиссии.

Протокол кафедральной комиссии № _____ от «__» _ _ 2023 г.

Защиту назначить на «__» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой _____ / В.И. Мошкин /

(пример 2)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Цифровая энергетика»

З А Д А Н И Е № _____

на выпускную квалификационную работу

Обучающийся гр. _____ направления 13.04.02 «Электротехника и электротехника»

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____

Тема работы **Проект реконструкции сетевого района в связи со строительством подстанции 110/10 кВ**

Утверждена приказом по университету № _____ от «__» _____ 20 г.
Руководитель работы _____
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

Консультанты:

Консультанты:

1 Релейная защита ст. преподаватель Шестаков Дмитрий Николаевич
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

2 Электробезопасность доцент, к.т.н. Копытин Игорь Иванович
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

3 Организационно-экономическая часть доцент, к.п.н. Нечеухина Жанна Владимировна
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

Сроки выполнения работы с «9» марта по «29» июня 2023 г.

Содержание задания: работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом не менее 100 стр., графической части 7-9 листов формата А1.

Расчетно-пояснительная записка:

- 1 Анализ существующей сети и исходные данные для проектирования.
- 2 Анализ возможных подключений проектируемой подстанции и выбор оптимального варианта.
- 3 Выбор сечений проводов, числа и мощности силовых трансформаторов.
- 4 Расчет режимов работы сети. Компенсация реактивной мощности.
- 5 Расчет токов короткого замыкания.
- 6 Выбор основного оборудования.

7 Выбор релейной защиты и автоматики.

8 Компоновка подстанции.

9 Электробезопасность.

10 Организационно-экономическая часть проекта.

11 Спецвопрос.

Графическая часть:

1 Схема электрических соединений сети (2 листа).

2 Схема электрических соединений подстанции (1 лист).

3 План подстанции (1-2 листа).

4 Релейная защита (1 лист).

5 Молниезащита и заземление (1 лист).

6 Потокораспределение мощности сети (1 лист).

7 Схема электрических соединений собственных нужд подстанции (1 лист).

8 Техничко-экономические показатели проекта (на листах формата А3 в РПЗ).

9 Спецвопрос (1 лист).

С заданием ознакомлен _____ / _____ /

Руководитель проекта (работы) _____ / _____ /

Задание утверждаю: Зав. кафедрой _____ / _____ /

Решение о допуске обучающегося к защите работы в ГЭК:

Объем работы: графическая часть _____ листов А1

Расчетно-пояснительная записка _____ стр.

Подписи консультантов

Руководитель

1 _____ «__» _____ 20 г. _____ «__» _____ 20 г.

2 _____ «__» _____ 20 г. Нормоконтролер

3 _____ «__» _____ 20 г. _____ «__» _____ 20 г.

Направить на рецензирование _____

Допустить обучающегося _____ к

защите работы в Государственной экзаменационной комиссии.

Протокол кафедральной комиссии № _____ от «__» _____ 20 г.

Защиту назначить на «__» _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

(пример 3)
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Цифровая энергетика»

З А Д А Н И Е № _____

на выпускную квалификационную работу

Обучающийся гр. _____ направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____

Тема работы **Проект электроснабжения машиностроительного предприятия**

Утверждена приказом по университету № _____ от «__» _____ 20 г.

Руководитель работы _____
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

Консультанты:

Консультанты:

1 Релейная защита ст. преподаватель Шестаков Дмитрий Николаевич
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

2 Электробезопасность доцент, к.т.н. Копытин Игорь Иванович
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

3 Организационно-экономическая часть доцент, к.п.н. Нечеухина Жанна Владимировна
(ученое звание, степень, фамилия, имя, отчество)

Сроки выполнения работы с «09» марта по «29» июня 2023 г.

Содержание задания: работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом не менее 100 стр., графической части 7-9 листов формата А1.

Расчетно-пояснительная записка:

- 1 Характеристика предприятия и исходные данные для проектирования.
- 2 Расчет электрических нагрузок цехов и по предприятию в целом.
- 3 Выбор схемы внешнего электроснабжения, трансформаторов и схемы электрических соединений ГПП и ее месторасположения.
- 4 Выбор схемы внутреннего электроснабжения, трансформаторов цеховых ТП и их месторасположения.
- 5 Расчет токов короткого замыкания.
- 6 Выбор электрооборудования ВН на ГПП и ТП и распределительных устройств НН на ТП.

- 7 Выбор релейной защиты и автоматики.
- 8 Расчет и выбор устройств компенсации реактивной мощности.
- 9 Электробезопасность.
- 10 Организационно-экономическая часть проекта.
- 11 Спецвопрос.

Графическая часть:

- 1 Генплан предприятия (1 лист).
- 2 Варианты питания ГПП (1 лист).
- 3 Схема электрических соединений ГПП (1 лист).
- 4 Схема электроснабжения предприятия (1 лист).
- 5 Принципиальная схема электроснабжения цеха (1 лист, по указанию руководителя).
- 6 Принципиальная схема релейной защиты (1 лист).
- 7 Молниезащита и заземление (1 лист).
- 8 Техничко-экономические показатели проекта (на листах формата А3 в РПЗ).
- 9 Спецвопрос (1 лист).

С заданием ознакомлен _____ / _____ /
 Руководитель проекта (работы) _____ / _____ /

Задание утверждаю: Зав.кафедрой _____ / _____ /

Решение о допуске обучающегося к защите работы в ГЭК:

Объем работы: графическая часть _____ листов А1.

Расчетно-пояснительная записка _____ стр.

Подписи консультантов

Руководитель

1 _____ «__» _____ 20 г. _____ «__» _____ 20 г.

2 _____ «__» _____ 20 г. Нормоконтролер

3 _____ «__» _____ 20 г. _____ «__» _____ 20 г.

Направить на рецензирование _____

Допустить обучающегося _____ к

защите работы в Государственной экзаменационной комиссии.

Протокол кафедральной комиссии № ____ от «__» _____ 20 г.

Защиту назначить на «__» _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Приложение Г
Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Цифровая энергетика»

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой

**Проект реконструкции сетевого района в связи со строительством
подстанции 110/10 кВ**

тема

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская работа)**

Расчетно-пояснительная записка

Разработал обучающийся гр. _____ / _____ /
Подпись *Фамилия И.О.*

Программа магистратуры 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
направленность «Цифровые технологии в электроэнергетике»

Руководитель _____ / _____ /
Ученое звание, ученая степень *Подпись* *Фамилия И.О.*

Консультанты:

_____ / _____ /
Ученое звание, ученая степень *Подпись* *Фамилия И.О.*

_____ / _____ /
Ученое звание, ученая степень *Подпись* *Фамилия И.О.*

_____ / _____ /
Ученое звание, ученая степень *Подпись* *Фамилия И.О.*

Курган 20__

Приложение Д

АННОТАЦИЯ

(пример для квалификационной работы по проектированию районной понизительной подстанции)

Пояснительная записка 102 с., 23 рисунка, 5 таблиц, 8 листов чертежей формата А1, 20 источников, 4 приложения.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ПОДСТАНЦИЯ, ТРАНСФОРМАТОР, ГРАФИКИ НАГРУЗКИ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, ПОТРЕБИТЕЛИ, РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ОСВЕЩЕНИЕ, ЗАЗЕМЛЕНИЕ, МОЛНИЕЗАЩИТА.

Объектом проектирования является понизительная подстанция 110/10 кВ для электроснабжения района.

Целью работы является: разработка проекта понизительной подстанции 110/10 кВ.

В результате проведенного анализа существующих конструкций и расчетов принято современное типовое оборудование, схема релейной защиты и автоматики, предложенные мероприятия обеспечивают электробезопасность проекта. Техничко-экономические расчеты подтверждают правильность принятых в проекте решений.

Выпускная квалификационная работа может быть использована в проектной и эксплуатационной практике.

Приложение Е
Примеры оформления заключения

(пример 1)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан проект реконструкции (название района) электросетевого района, вызванный необходимостью подключения подстанции (название подстанции) к существующей сети 110 кВ.

В результате анализа трех вариантов присоединения подстанции, был выбран вариант энергоснабжения от подстанции (название подстанции) по двухцепной линии 110 кВ протяженностью 18 км, выполненной на железобетонных опорах проводом марки АС–70. Выбор был произведен на основе сравнения вариантов методом дисконтированных издержек. Главная схема подстанции – два блока с выключателями в цепях трансформаторов и неавтоматической перемычкой со стороны линии. На подстанции устанавливаются два трансформатора ТДН - 10000/110.

Для электросетевого района был произведен выбор экономически целесообразного количества компенсирующих устройств.

Расчет режимов максимальных, минимальных нагрузок и послеаварийных режимов, произведенный в ПК «RastrWin», показал, что устройства РПН трансформаторов всех подстанций рассматриваемого района в состоянии обеспечить необходимые уровни напряжения на шинах потребителей.

В проекте определены токи короткого замыкания с помощью ПК «АРМ», на основании которых произведен выбор оборудования вновь строящейся подстанции. Рассчитаны уставки релейной защиты силового трансформатора подстанции. Произведена оценка электробезопасности проекта. Срок окупаемости для подстанции составляет 9 лет, для компенсирующих устройств энергорайона – 4,5 года.

(пример 2)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте была спроектирована главная понизительная подстанция для питания вновь строящегося предприятия (название предприятия). Рассмотрено два варианта питания данной подстанции, и по результатам технико-экономического сравнения выбран наиболее оптимальный: шлейфовым заходом от линии 220 кВ (название линии), при этом длина вновь строящегося участка составит 1,7 км. Подстанция, выполняется по схеме «Мостик с выключателями в перемычке и выключателями в цепях трансформаторов». На подстанции устанавливаются два трансформатора ТРДЦН-63000/220/10-10. Выбраны выключатели, трансформаторы напряжения, тока, собственных нужд.

Выполнен расчет релейной защиты понижающих трансформаторов (диф-

ференциальная защита, МТЗ, защита от перегрузки) на базе блока Сириус-Т.

Для защиты персонала от поражения электрическим током спроектировано защитное заземление, предусмотрена система молниезащиты.

В качестве спецвопроса выполнен механический расчет провода и грозозащитного троса, а также выбраны конструктивные элементы для участка воздушной линии.

Проведенный анализ экономической эффективности показал, что проект обладает экономической целесообразностью. Срок окупаемости проектируемой системы электроснабжения составил 10 лет.

(пример 3)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проекте спроектирована схема выдачи мощности Курганской ТЭЦ-2, необходимость которой возникла со строительством новой электростанции.

В результате рассмотрения пяти вариантов присоединения электростанции к энергосистеме был выбран вариант присоединения к сети 220 кВ. Выбор был произведен на основе сравнения расчетов режимов электрической сети и методом дисконтированных издержек. Главная схема электростанции – две системы сборных шин с обходной. На электростанции устанавливаются два силовых трансформатора марки ТРДН-63000/220 и два марки ТДН-125000/220.

В проекте были определены токи короткого замыкания, на основании которых произведен выбор оборудования проектируемой электростанции. В разделе «Релейная защита оборудования» был предложен вариант использования микропроцессорной защиты шин ШЭ2607 061 производства компании ЭКРА. Для защиты персонала от поражения электрическим током и от поражения молнией были спроектированы защитное заземление электростанции и система молниезащиты ОРУ 220 кВ. Также на электростанции установлена автоматизированная система контроля и учета электрической энергии.

Для обоснования целесообразности проекта был произведен технико-экономический расчет проектируемого варианта. Он показал, что данный вариант обладает экономической целесообразностью. Срок окупаемости проектируемой системы электроснабжения составит 11 лет.

Приложение Ж

Пример оформления спецификации Документация

Перв. примен.		Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Зона					Поз.
Справ. №				Документация			
		A4	РПЗ	Расчетно-пояснительная записка	1		
		A1	13.04.02-22-СХ.01.Э4	Схема сетевого района до строительства Курганской ТЭЦ-2	1		
		A1	13.04.02-22-СХ.02.Э4	Варианты схем присоединения Курганской ТЭЦ-2 к энергосистеме	2		
		A1	13.04.02-22-СХ.03.Э4	Схема электрических соединений Курганской ТЭЦ-2	1		
		A1	13.04.02-22-ПЛ.01	Генплан электростанции	1		
		A1	13.04.02-22-МЧ.01	Ячейки ОРУ	1		
		A1	13.04.02-22-СХ.04.Э4	Релейная защита шин	1		
		A1	13.04.02-22-ПЛ.02	Молниезащита и контур заземления ОРУ	1		
		A3	13.03.02-22-ИЛ.01	Технико-экономические показатели проекта	1	В РПЗ	
Подп. и дата		Выбор рациональной схемы выдачи мощности Курганской ТЭЦ-2					
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инв. № подл.		Документация			Лит.	Лист	Листов
							1
Инв. № инв.		КГУ ЦЭ					
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Инв. № инв.							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							

**Пример оформления спецификации
Сборочные единицы**

Перб. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
Справ. №					Сборочные единицы			
				G1, G2	Генератор ТФП-36-2 ЧЗ	2		
				G3, G4	Генератор ТФП-75-2 ЧЗ	2		
				Q1 - Q8	Линейный выключатель ВГБУ-220	8		
				QB	Обходной выключатель ВГБУ-220	1		
				QA	Шиносоединительный выключатель ВГБУ-220	1		
				QS1 - QS9	Обходной разъединитель РДЗ-220/1000 Н/УХЛ	9		
				QS10 - QS17	Линейный разъединитель РДЗ-220/1000 Н/УХЛ	1	8	
				QS18 - QS37	Шинный разъединитель РДЗ-220/1000/Н/УХЛ	1	20	
				QS38 - QS43	Разъединитель РДЗ-220/1000/Н/УХЛ	1	6	
				QS44 - QS51	Разъединитель РВР-24/6300 МТЗ	8		
				QSG1 - QSG4	Разъединитель заземляющий	4		
				RU1 - RU10	Ограничитель перенапря- жения ОПН-220 УХЛ	1	10	
				RU11 - RU14	Ограничитель перенапря- жения ОПН-10 У	1	4	
				T1, T2	Силовой трансформатор ТРДН-63000/220	2		
					Выбор рациональной схемы выдачи мощности Курганской ТЭЦ-2			
Инб. № посл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
	Разрад.						1	?
	Проб.							
	Н.контр. Утв.					Сборочные единицы КГУ ЦЭ		

Копировал

Формат А4

Приложение И

Примеры оформления выводов

Вывод. Таким образом, для варианта 2 к установке принимаются трансформаторы марок ТДН-63000/110 и ТДЦ-125000/110, для варианта 3 - ТРДН-63000/220 и ТДЦ-125000/220, для варианта 5 - на стороне 110 кВ: ТДН-63000/110 и ТДЦ-125000/110, на стороне 220 кВ: ТРДН-63000/220 и ТДЦ-125000/220.

Вывод. Таким образом, для расчета режимов и технико-экономического сравнения принимаются варианты 2, 3 и 5. Схемы присоединения Курганской ТЭЦ-2 выбранных вариантов приведены в графической части.

Вывод. Сравнительный анализ режимов показал, что наиболее рациональной схемой выдачи мощности Курганской ТЭЦ-2 в энергосистему является вариант присоединения к сети 220 кВ. Для того чтобы убедиться в правильности данного решения проведено технико-экономическое сравнение всех вариантов.

Приложение К
Примеры оформления таблиц
(пример 1)

Таблица 4.1 – Каталожные данные трансформатора ТДН-63000/110 [5]

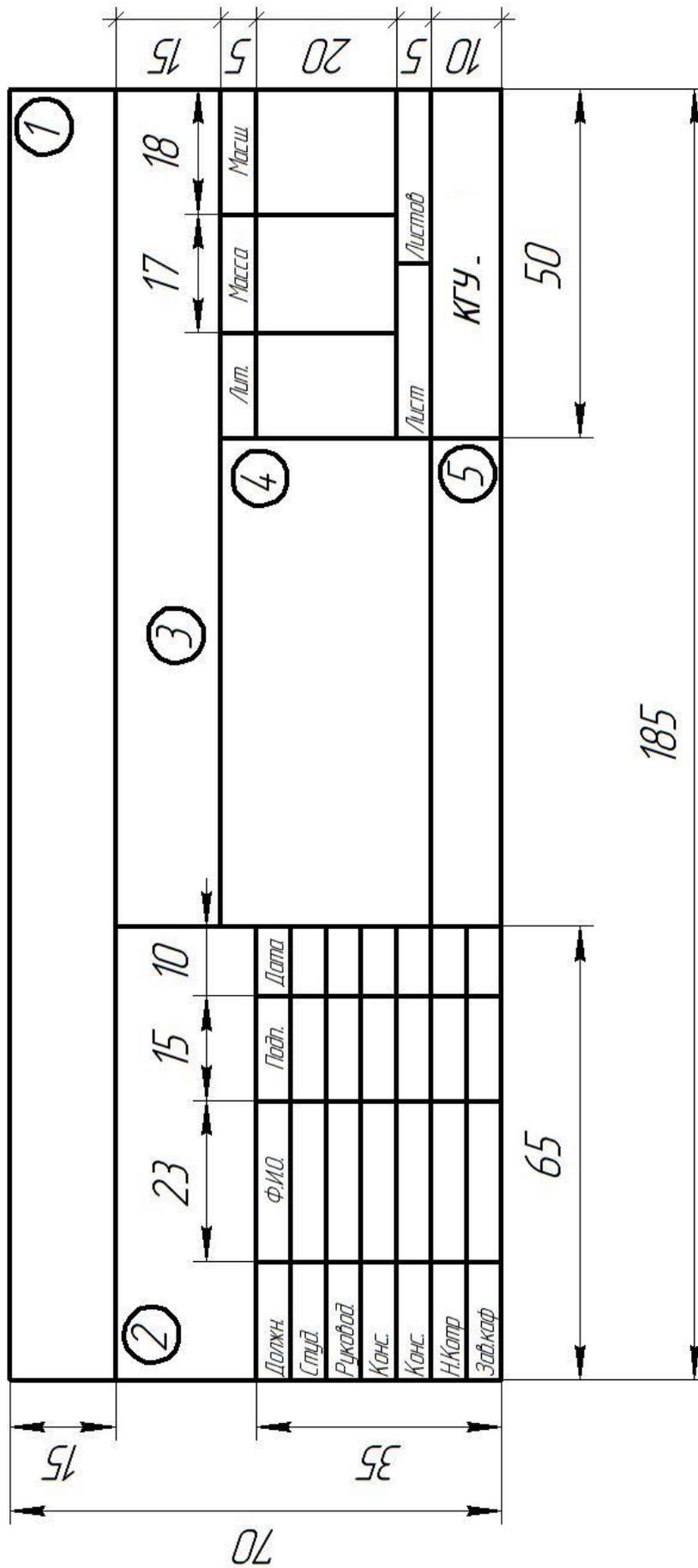
Тип	$S_{\text{ном}}$, МВ·А	Пределы регулиру.	Каталожные данные						Расчетные данные		
			$U_{\text{ном}}$ обмоток, кВ		i_k , %	ΔP_k , кВт	ΔP_0 , кВт	i_0 , %	R_T , Ом	X_T , Ом	ΔQ_x , квар
			ВН	НН							
ТДН- 63000/110	63	$\pm 9 \times 1,78\%$	115	10,5	10,5	245	50	0,5	0,87	22	410

(пример 2)

Таблица 5.2 – Экономические интервалы токовых нагрузок для сталеалюминевых проводов ВЛ 35-750 кВ для ОЭС Урала, Казахстана и Средней Азии [5]

Напряжение, кВ	Тип опор	Материал опор	Район по гололеду	Предельная экономическая нагрузка на одну цепь, А, при сечении, мм ²					
				70	95	120	150	185	240
110	Двухцепные	Железобетон	I-II	65	110	165	205	230	380
			III-IV	55	85	160	190	225	380
110	Одноцепные	Железобетон	I-II	-	-	140	160	250	400

Приложение Л
Основная надпись



Пояснения по позициям 1 – 5 приведены на с. 27

Мошкин Владимир Иванович

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению выпускной квалификационной работы
для студентов направления 13.04.02

«Электроэнергетика и электротехника»

(направленность «Цифровые технологии в электроэнергетике»)

Авторская редакция

Подписано в печать 12.05.2023	Формат 60×84 1/16	Бумага 80 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 3,625	Уч.-изд. л. 3,625
Заказ 27	Тираж 10	

Библиотечно-издательский центр КГУ.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.