

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**  
Кыргызский государственный технический университет  
им. И. Раззакова  
Филиал в городе Кара-Куль

**Кафедра "Строительства, транспорта и электроэнергетики"**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по подготовке и защите выпускной квалификационной  
работы студентами направления 640200 «Электроэнергетика и  
электротехника», профиль «Электрические станции»**

**Бишкек 2016**

Рассмотрено  
На заседании кафедры  
"СТ и Э"  
Филиал КГТУ им. И. Раззакова  
Прот. №11 от 16.05.2016г.

Одобрено  
Учебно-методическим  
Советом КГТУ  
им. И. Раззакова  
Прот. №9 от 26.05.2016г.

Составители      Кыдырмаева З. С  
   Жумашева Г.Э.

Методические указания по \* подготовке и защите выпускной квалификационной работы студентами направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрические станции» КГТУ им. И. Раззакова, сост.: Кыдырмаева З. С., Жумашева Г.Э. – Б.:ИЦ «Техник» - 2016г.

Методические указания предназначены для студентов, осуществляющих подготовку выпускных квалификационных работ бакалавров. Даны сведения о цели и задачах выпускных квалификационных работ. Приведены этапы подготовки работ, требования к содержанию, объему, структуре и оформлению материалов, представляемых к защите. Приведен краткий перечень основных вопросов для подготовки к защите выпускных квалификационных работ.

Рецензент: к.т.н., доцент Ниязов Н.Т.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение.....	4
2.	Цели и задачи выпускной квалификационной работы.....	4
3.	Требования к выпускной квалификационной работе.....	5
4.	Возможные темы выпускных квалификационных работ.....	7
5.	Задание на выпускную квалификационную работу.....	9
6.	Исходные данные для выполнения ВКР.....	9
7.	Содержание выпускной квалификационной работы.....	11
8.	Объем выпускной квалификационной работы.....	14
9.	Пояснительная записка и оформление ВКР.....	15
10.	Рекомендации для выполнения разделов ВКР.....	16
11.	Организационные вопросы ВКР.....	26
12.	Структурная схема получения, выполнения и защиты ВКР.....	27
13.	Библиографический список необходимый для выполнения ВКР.....	29
14.	Приложение 1.....	31
15.	Приложение 2.....	32
16.	Приложение 3.....	36
17.	Приложение 4.....	37
18.	Приложение 5.....	38
19.	Литература.....	39



#### Введение

Качественная подготовка технических кадров играет все возрастающую роль как фактор долговременного, стратегического воздействия на ускорение научно-технического прогресса и роста экономики страны. Указанная задача должна быть в полной мере реализована на завершающем этапе подготовки студентов при разработке выпускных работ и защите их перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). Выпускная работа – это квалификационная работа студента, на основании которой ГАК решает вопрос о присвоении студенту квалификации бакалавр техники и технологии. Настоящее методическое указание ставит целью ознакомить студентов с тем, что и как рекомендуется делать в процессе работы над выпускной квалификационной работы (ВКР), а также с требованиями по ее оформлению и порядком их защиты перед ГАК. Методическое указание составлено с учетом многолетнего опыта работы кафедры «Строительства, транспорта и электроэнергетики» филиала КГТУ и методических рекомендаций других вузов. Оно отвечает требованиям Государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 640200 "Электроэнергетика и электротехника" по профилю «Электрические станции». Данный Государственный образовательный стандарт является официальным государственным документом и обязателен в отношении всех его положений. Написание и защита ВКР завершает подготовку в ВУЗе и играет решающую роль при оценке выпускника с точки зрения его способности с самостоятельно решать практические и исследовательские задачи. В процессе обучения студент получает все необходимые знания и навыки, позволяющие ему успешно выполнить ВКР, которая является самостоятельной комплексной работой студента, подводящей итоги его обучения в ВУЗе. При этом студент должен знать и помнить о том, что он является автором проекта и поэтому сам отвечает перед кафедрой и ГАК за обоснованность и правильность всех принятых в ВКР решений и расчетов. Согласно академическому календарю ВКР выполняется в заключительном семестре 4-го курса. Выпускная квалификационная работа выполняется в виде бакалаврской работы. Студенты должны также знать, что в юридическом порядке установлено, что на всей территории КР должно обеспечиваться единое в своей основе содержание, единый уровень и единые высокие требования к подготовке бакалавров. При этом единство общих требований предполагает широкую инициативу в разработке каждой темы в соответствии с особенностями объекта исследования, индивидуальными способностями и склонностями выпускника. Все это студенты должны в наиболее полном содержании и форме реализовать при подготовке к защите своих ВКР перед ГАК. Те вопросы, которые не получили достаточного отражения в настоящем методическом указании, студенты выяснят у руководителя предквалификационной практики, руководителя ВКР и консультантов по его разделам, а также у заведующего кафедрой «Строительства, транспорта и электроэнергетики» и других высококвалифицированных специалистов.



### Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является основной составляющей итоговой государственной аттестации и должна представлять собой законченную проектную или научно-исследовательскую разработку, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями подготовки бакалавров по профилю «Электрические станции» направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника». Целью ВКР бакалавра является определение универсальных и профессиональных компетенций бакалавра, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач в области электроэнергетики, установленных Государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника» по профилю «Электрические станции», способствующим его востребованности на рынке труда и продолжению образования в магистратуре. Подготовка и защита ВКР является заключительным этапом обучения студентов в вузе и имеет следующие задачи: - систематизацию, закрепление и расширение знаний и умений в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта подготовки бакалавра; - решение прикладных задач по расчетам, конструированию, технологии производства, эксплуатации, ремонта и исследованиям электрических машин; - выяснение степени подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства, характеризующегося ускорением темпов научно-технического прогресса, внедрения технологий на основе гибких автоматизированных систем, использования САПР и ЭВМ. Защита выпускной квалификационной работы является одним из главных элементов итоговой государственной аттестации выпускников ВУЗа и предназначена для определения практической и теоретической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, установленных Государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по профилю «Электрические станции», и продолжению образования в магистратуре. При выполнении ВКР студент демонстрирует:

- знания принципов действия, устройства и технических характеристик электрооборудований станций и подстанций, а также особенностей их изготовления, испытания, эксплуатации и исследования;
- умение работать с научно-технической литературой, технической и нормативной документацией на электрические машины и аппараты и их проектно-конструкторские разработки; проводить сбор и анализ исходных данных для проектирования;
- умение оформлять расчетную и конструкторскую документацию в соответствии с действующими требованиями и стандартами; использовать современные компьютерные технологии;
- владение методами расчета и конструирования электрических машин и электромеханических систем;
- умение проводить стандартные испытания электротехнического оборудования;



– владение навыками исследовательской работы.

### **Требования к выпускной квалификационной работе**

1. К выполнению выпускной квалификационной работе допускаются студенты, полностью

выполнившие все требования учебного плана, успешно прошедшие все формы промежуточного контроля и сдавшие итоговые государственные экзамены.

2. Тематика выпускной квалификационной работы должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и быть реальными и применимы к практическому использованию.

3. Студентам представляется право выбора темы выпускной квалификационной работы. Студент может предложить для выпускной квалификационной работы свою тему с необходимым обоснованием целесообразности и разработки.

4. В каждой выпускной квалификационной работе должна быть разработана основная тема в соответствии с программой одобренной кафедрой, в том числе отдельные современные, перспективные, теоретические и практические вопросы.

5. Возможны темы по модернизации и созданию новых лабораторий кафедры или отдельных установок.

6. При выполнении выпускной квалификационной работы студент должен помнить следующее:

-на основании составленного кафедрой перечня тем выпускной квалификационной работы, или предложенных тем выпускной квалификационной работы, студент выбирает тему выпускной квалификационной работы;

-задание на выпускную квалификационную работу студент обязан получить до отъезда на предквалификационную практику;

-предквалификационная практика должна быть использована для сбора материалов к проекту, во время ее прохождения студент должен работать и над выпускной квалификационной работой;

-студент должен работать над выпускной квалификационной работой самостоятельно. С этой целью он обязан сначала ознакомиться с рекомендуемой литературой, наметить возможные решения рассматриваемого вопроса и только после этого обратиться к консультанту-преподавателю. Студент сам принимает решения и отвечает за качество работы, а руководитель только направляет работу студента;

-ссылка на директивные материалы не являются достаточным обоснованием принятых решений. Принимаемые решения должны быть обоснованы техническим расчетами и анализами;

-студент обязан работать систематически и современно выполнять отдельные разделы выпускной квалификационной работы в соответствии с календарным планом;



-пояснительная записка составляется по разделам и представляется консультанту моменту окончания работы над соответствующим разделом. Материалы выполненного выпускной квалификационной работы студент помещает в пояснительной записке и на листах чертежей. Пояснительную записку подписывают на титульном листе (приложение 1) все консультанты и руководитель выпускной квалификационной работы. Не менее чем за пять дней до дня защиты подписанную пояснительную записку и чертежи студент представляет заведующему кафедрой, который решает вопрос о допуске студента к защите и направляет выпускную квалификационную работу на рецензию.

7. Руководитель выпускной квалификационной работы должен:

-выдать задание на выпускную квалификационную работу перед началом предквалификационной практики;

-оказывать студенту помощь в разработке календарного графика работы на весь период выпускной квалификационной работы;

-разработать совместно со студентом тему и объем специального раздела выпускной квалификационной работы;

-рекомендовать студентам необходимую основную литературу, справочные материалы, типовые проекты, научно-технические журналы и другие источники по теме;

-проводить систематические, предусмотренные расписанием, беседы и давать ему консультации, назначаемые по мере надобности;

-проверять выполнение работы (по частям или в целом) и дать письменный отзыв, указывать правильность выполнения и недостатки по всем разделам выпускной квалификационной работы.

8. Перед началом выполнения выпускной квалификационной работы студент должен разработать календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов, и после одобрения руководителем представить на утверждение заведующему выпускающей кафедры.

9. По предложению руководителя выпускной квалификационной работы в случае необходимости, кафедры предоставляется право приглашать консультантов по отдельным разделам работы.

10. Консультантами по отдельным разделам (электрическая часть, БЖД, нормоконтроль, и др) работы назначаются профессора и преподаватели ВУЗа, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий, которые проводят консультации, проверяют соответствующую часть выполненной студентом работы и ставят подпись.

11. Решения, принятые по всем разделам выпускной квалификационной работы, должны быть обоснованы как технически, так и экономически.

12. Руководитель и консультанты устанавливают для студента определенное время консультаций, не реже одного раза в неделю. Раз в неделю студент обязан информировать руководителя.



13. В ходе выполнения дипломного проектирования проводятся (2-3 раза) смотры хода выполнения выпускной квалификационной работы на кафедре. В день смотра студент обязан представить на кафедру все выполненные материалы (черновики расчетов, чистовой вариант пояснительной записки, чертежи, результаты экспериментов или замеров и т.д.). Присутствие руководителя выпускной квалификационной работы на смотре обязательно. Если он не может явиться, то представляет краткое письменное сообщение о ходе выполнения графика проекта. Комиссия, состоящая из преподавателей кафедры, оценивает ход выполнения графика проектирования.

14. За принятие в выпускной квалификационной работе решения и за правильность всех данных отвечает студент-автор выпускной квалификационной работы.

15. Студент может по рекомендации кафедры представить дополнительно краткое содержание выпускной квалификационной работы на одном из иностранных языков, которые оглашается на защите и может сопровождаться вопросами к студенту на этом же языке.

16. Законченная выпускная квалификационная работа подписанный студентом и консультантами, представляется студентом руководителю. После просмотра и одобрения выпускной квалификационной работы руководитель подписывает его и вместе со своим письменным отзывом представляет заведующему кафедрой. Заведующий кафедрой на основании этих материалов решает вопрос о допуске студента к защите.

17. Не менее чем за два дня до защиты рецензенты передают на кафедру рецензии на выпускные квалификационные работы. Кафедра направляет рецензии секретарям соответствующих государственных аттестационных комиссий (ГАК). Выпускники могут ознакомиться с содержанием рецензий у секретарей ГАК за день до защиты.

18. В государственную аттестационную комиссию студент представляет в день защиты паспорт, зачетную книжку, пояснительную записку и чертежи. Для доклада студенту отводится время не более 20 минут, в течение которого он должен кратко сообщить о содержании работы, принятых решениях и сделать выводы по работе. После доклада студент отвечает на вопросы председателя и членов государственной аттестационной комиссии.

#### **Возможные темы выпускных квалификационных работ**

Выпускная квалификационная работа предусматривает разработку энергетической (тепловой и гидравлической) и электротехнической частей электростанции. Желательно, чтобы один из вопросов или связанная группа вопросов электротехнической или энергетической частей выпускной квалификационной работы были исследованы более глубоко. При наличии такой углубленной разработки может быть соответственно сокращена обязательная энергетическая или электротехническая части выпускной квалификационной работы. Ниже приводятся темы выпускных квалификационных работ.

*Тепловые электростанции (ТЭС)*



1. Конденсационная электростанция (КЭС) с докритическими или сверхкритическими параметрами пара и агрегатами мощностью 100-1200МВт, с выдачей мощности в энергосистемы на напряжениях 110-1150кВ.

2. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) отопительная для крупных жилых массивов с агрегатами мощностью 60-250МВт и выдачей мощности на генераторном и повышенном напряжениях.

3. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) промышленного комбината с агрегатами мощностью напряжениях.

4. Модернизация существующей КЭС или ТЭЦ путем надстройки расширения агрегатами с докритическими или сверхкритическими параметрами пара.

5. Расширение действующей КЭС или ТЭЦ путем установки новых агрегатов с докритическими или сверхкритическими параметрами пара мощностью 100-1200МВт.

6. Электрическая станция со специальным электрооборудованием: газотурбинная и парогазотурбинная.

На электрических станциях могут использоваться твердые топлива (уголь, торф), жидкий (мазут) и природный газ.

#### *Гидравлические электростанции (ГЭС)*

1. Гидроэлектростанция малой, средней или большой мощности с суточным, сезонным или годовым регулированием стока.

2. Гидроэлектростанция с многолетним регулированием стока (расчет регулирования стока производится приближенными методами).

3. Гидроэлектростанция, работающая по каскадной схеме использования энергии водостока.

4. Гидроэлектростанция, аккумулирующая.

5. Гидроэлектростанция со специальным энергооборудованием: с диагональными турбинами, турбинами с переменной скоростью вращения и др.

По схеме использования энергии водостока проектируемые гидроэлектростанции могут быть руслового, приплотинного и деривационного типа, а по схеме компоновки силового здания - закрытые, совмещенные, водосливные, встроены, подземные и др.

#### *Электрические подстанции и линии электропередачи (ЛЭП)*

1. Подстанции с 2-3 напряжениями с автотрансформаторными или трансформаторными связями.

2. Подстанции с 2-3 напряжениями с трансформаторными или автотрансформаторными связями упрощенного типа.

3. Подстанции с 2-3 напряжениями с потребителями на 10кВ и расчетом заземляющих ректоров (катушек).

4. Подстанции тупиковые или транзитные.

При выполнении проекта на тему «Подстанции» обязательно производить электрический и механический расчет одной из высоковольтных подводящих или связывающих линий электропередач.



*Вопросы, подлежащие рассмотрению при проектировании подстанции и ЛЭП.*

1. Обоснование номинального напряжения и количества параллельных цепей ЛЭП.
2. Для ЛЭП СВН большой протяженности – целесообразность установки устройств продольной компенсации (УПК)
3. Выбор конструкции фазы – сечения проводов, а для ЛЭП СВН – количества расщепленных проводов в фазе и шага расщепления.
4. Электрический расчет основных режимов работы ЛЭП и подстанции – режимов наибольших и наименьших нагрузок, послеаварийного режима.
5. Регулирование напряжения на проектируемой подстанции. В этом разделе рассматриваются: выбор ответвления РПН для трех основных режимов работы передачи; оценка достаточности диапазона регулирования РПН для обеспечения требуемых уровней напряжения. При необходимости рассмотрение установки на подстанции источников реактивной мощности.
6. Оценка экономических показателей линии электропередачи: себестоимости передачи энергии; кпд по мощности трех основных режимов работы; кпд энергии.
7. Расчет проводов ЛЭП на механическую прочность с определением габаритов промежуточных опор и выбор типа унифицированных опор. При известном профиле трассы – расстановка опор на трассе.

**Темы научно-исследовательских выпускных квалификационных работ**

Выпускная квалификационная работа представляет собой глубокое исследование одной из научно-технических тем по проблемным вопросам энергетических предприятий и Каскада Токтогульской ГЭС. Она может включать в себя теоретические расчеты, экспериментальные исследования, разработку новых схем, конструкций, исследование режимов и методов эксплуатации энерго или электрооборудования.

Дипломная работа должна базироваться либо на предшествующей учебно-исследовательской работе студента, либо на материалах, полученных студентом при участии в научно-исследовательской работе кафедры или в испытаниях, проведенных на электростанции во время преддипломной практики. Темы могут быть весьма разнообразны и поэтому здесь не приводятся.

**Задание на выпускную квалификационную работу**

Задание на выпускную квалификационную работу, оформленное на специальном бланке, должно содержать (приложение 2):

1. Называние темы выпускной квалификационной работы
2. Исходные данные
3. Перечень основных вопросов, подлежащих разработке в соответствии с объемом и содержанием выпускной квалификационной работы
4. Перечень и количество чертежей
5. Тему задания по углубленной разработке одного из вопросов выпускной квалификационной работы



6. Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы с указанием основных вопросов, их объем в процентах и сроков окончания работ над отдельными частями проекта, а также фамилии консультантов.

7. Технические данные, необходимые для разработки выпускной квалификационной работы.

Задание на выпускную квалификационную работу оформляется на таком же

бланке, как и задание на выпускную квалификационную работу, задание должно содержать:

1. Название темы, отражающее основное содержание работ
2. Перечень основных вопросов и количество листов чертежей, которые должны быть разработаны в соответствии с объемом и содержанием работ
3. Календарный план выполнения работ, в котором должны быть указаны наименование, объем в процентах и сроки окончания отдельных частей работ, а также фамилии консультантов.
4. Технические данные, необходимые для разработки отдельных частей работы
5. Литературу (журнальные статьи, материалы, спец. пособия и т.д.).

**Исходные данные для выполнения выпускной квалификационной работы**

**При проектировании тепловой электростанции:**

1. Число и мощность турбогенераторов и очередность их установки. В отдельных проектах число и мощность агрегатов может быть предметом специальных экономических расчетов на основании существующих и перспективных графиков нагрузки энергосистемы.

2. Характеристика сжигаемого топлива (марка топлива и его месторождение). Топливо может быть не задано; в этом случае оно должно быть выбрано на основании технико-экономического сравнения возможных вариантов.

3. Система водоснабжения станции.

Если темой дипломного проекта является расширение или модернизация существующей тепловой электрической станции, то в период производственной практики на ней студент должен подобрать перечисленные ниже материалы.

**По энергетической части расширяемой станции:**

Сжигаемое на станции топливо и его характеристика. Число, тип и мощность установленных котлоагрегатов, параметры пара. Число, тип и мощность установленных турбоагрегатов, параметры пара, газа (для газотурбинных агрегатов). Режимы работы энергооборудования.

Системы циркуляционного водоснабжения, золоудаления, подготовки топлива. Принципиальная тепловая схема станции.

Разрез и план главного здания станции с размещением основного энергетического оборудования (схематично).

Основные технико-экономические показатели расширяемой станции.

**По электротехнической части расширяемой станции**

1. Мощность энергетической системы, в которой работает станция; схему

связи станции с энергосистемой с указанием всех линий электропередачи напряжением 35кВ и выше, отходящих от сборных шин станции; наибольшую мощность агрегатов системы или мощность вращающегося резерва в прилегающей к станции части системы. На схеме связи станции с системой должны быть указаны все величины, необходимые для вычисления токов которого замыкания на станции от энергосистемы (мощность системы, сопротивления).

2. Электрические нагрузки на всех напряжениях, принципиальные схемы

питания потребителей генераторного напряжения (для ТЭЦ), максимальную нагрузку установок собственных нужд.

3. Главную схему электрических соединений и схему собственных нужд с

указанием мощности, типа и напряжения генераторов; мощность, типа и коэффициентов трансформации повышающих трансформаторов (автотрансформаторов) и трансформаторов СН, а при питании СН на генератором напряжении - пропускной способности линий, питающих СН, и параметров установленных на них реакторов; минимальное сечение кабелей сети СН.

4. Типы и характеристика выключателей и разъединителей, установленных

в основных цепях всех напряжений.

5. Режим работы электрооборудования.

6. Конструкции выполненных распределительных устройств всех напряжений (разрез и план), материал и сечения сборных шин.

**При проектировании гидравлической электростанции:**

1. Топографическая карта створа проектируемой станции

2. Геологический разрез по створу сооружений проектируемой станции, и примерная схема компоновки гидроузла.

3. Гидрологические данные в створе проектируемой станции

4. Топографическая характеристика водохранилища (кривая объемов и площадей водохранилища).

5. Характеристика нижнего бьефа гидростанции (кривая связи).

6. Роль проектируемой гидростанции в энергосистеме (характеристика энергосистемы приводится в технических данных для разработки электрической части станции).



7. Ограничения, накладываемые участками водохозяйственного комплекса.

**Для разработки выпускной квалификационной работы электротехнической части** тепловой или гидравлической электростанции должны быть приведены следующие технические данные:

1. Номинальные напряжения генераторов станций и электросетей, передающих и распределяющих выработанную электроэнергию.

2. Технические данные энергосистемы, в которой сооружается проектируемая станция, в том числе все параметры элементов системы, необходимые для вычисления токов короткого замыкания на проектируемой станции. Энергосистема может быть задана упрощенно в виде эквивалентного источника. В этом случае указывается установленная мощность генераторов в энергосистеме, мощность наиболее крупных агрегатов и мощность вращающегося резерва в части системы, прилегающей к проектируемой станции.

3. Нагрузки на сборных шинах всех напряжений (кроме высшего напряжения и установки собственных нужд; эти графики могут быть построены при проектировании), а также средние значения коэффициентов мощности нагрузок.

4. Суточные графики нагрузок агрегатов тепловой электростанции.

При проектировании ТЭЦ дополнительно характеризуют город или промышленный комбинат, получающий от ТЭЦ тепловую электрическую энергию, принципиальные схемы питания подстанций, сети генераторного напряжения и требования к уровню напряжения на шинах генераторного напряжения станции в периоды максимальной и минимальной нагрузок. При проектировании гидравлической станции ее мощность, количество и мощность агрегатов, а также суточные графики нагрузки агрегатов определяются студентом в работе.

#### **Содержание выпускной квалификационной работы**

**Выпускная квалификационная работа** электростанции состоит из энергетической

(тепловой или гидравлической), электротехнической и раздела по безопасности жизнедеятельности. Ниже приводится содержание отдельных частей выпускной квалификационной работы.

*Теплоэнергетическая часть выпускной квалификационной работы предусматривает*

1. Выбор принципиальной тепловой схемы станции.
2. Расчет тепловой схемы станции для режима максимальной нагрузки с определением энергетических показателей.
3. Выбор основного и вспомогательного энергетического оборудования, и схемы главных трубопроводов.
4. Подробную разработку полной развернутой тепловой схемы одного или двух агрегатов станции и генплана станции (1 лист).



5. Выбор компоновки основного энергетического оборудования в главном здании станции: поперечный разрез и план (схематично) котельной и машинного зала ТЭС (1-2 листа).

6. Определение основных технико-экономических показателей станции

При большом объеме вопросов с углубленной разработкой теплоэнергетическая часть может либо полностью отсутствовать, либо содержать только разработку тепловой схемы.

*Гидроэнергетическая часть выпускной квалификационной работы предусматривает:*

1. Выбор величины установленной мощности и числа агрегатов проектируемой гидростанции при заданном расходе воды, если мощности генераторов не заданы.

2. Расчеты регулирования стока в маловодном году и для года 50%-й обеспеченности.

3. Составление энергетического баланса (суточного, годового) работы гидростанции в энергосистеме в характерные годы.

4. Выбор основного силового оборудования станции, кавитационную характеристику гидростанции.

5. Выбор системы регулирования агрегатов, размера маслонапорной установки (МНУ), системы собственных нужд станции.

6. Выполнения графического материала по пунктам 1-5 (1 лист)

7. Выбор типа станции и компоновку силового задания гидростанции с указанием (в поперечном разрезе и плане) размещения гидросилового оборудования и основных электротехнических устройств, находящихся в здании станции (1 лист).

8. Определение основных технико-экономических показателей станции.

При большом объеме вопроса с углубленной разработкой гидроэнергетическая часть может либо полностью отсутствовать, либо содержать только расчетную часть (п.п. 1,2,3,4,5,6).

*Электрическая часть выпускной квалификационной работы предусматривает:*

1. Выбор главной схемы электрических соединений, который включает выбор принципиальной схемы станции; выбор электрических схем распределительных устройств всех напряжений; расчет токов коротких замыканий и выбор электрических аппаратов; выбор типов и количества измерительных приборов.

2. Выбор схем электрических соединений собственных нужд, в том числе

выбор и резервных трансформаторов собственных нужд; расчет токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов, расчет режима самозапуска электродвигателей.



3. Выбор и разработку релейной защиты указанных в задании элементов

главной схемы и схемы собственных нужд; определение объема автоматизации в электрической части электростанции, т.е. выбор способа автоматического включения на параллельную работу различных объектов главной схемы электростанции и автоматического ввода резервного питания в системе собственных нужд станции; выбор способов регулирования возбуждения, частоты и мощности.

4. Подробную разработку главной схемы (1 лист).

5. Разработку схему собственных нужд (1 лист).

6. Выбор типа и определение габаритов распределительных устройств

всех напряжений станции и разработку конструкции одного-двух распределительных устройств, указанных в задании (2 листа)

7. Для тепловых электростанций – решение вопроса о размещении главного

здания станции, повышающих трансформаторов (автотрансформаторов), трансформаторов собственных нужд, распределительных устройств генераторного и повышенных напряжений, обще станционного и блочных щитов управления (1 лист); для гидроэлектростанций – составление плана размещения распределительных устройств повышенных напряжений, который должен быть нанесен на заданную схему компоновки гидроузла.

8. Исследование вопроса, подлежащего углубленной разработке (спецвопрос), тема которого указана в задании на выпускную квалификационную работу. Графический материал должен отражать исследовательский вопрос.

*Содержание технико-экономических расчетов выпускной квалификационной работы:*

Технико-экономические расчеты, выполняемые в энергетической и электротехнической частях работы и связанные, в основном, с сопоставлением вариантов, выбором оборудования и схем.

*Раздел БЖД*

Содержание раздела безопасность жизнедеятельности должно соответствовать основной теме дипломного проекта и быть его составной частью. Кроме того, вопросы БЖД должны найти отражение в других частях проекта.

В разделе БЖД должна быть предусмотрена разработка одного или нескольких конкретных вопросов по технике безопасности, промышленной санитарии, противопожарной технике или организации рабочего места (пульта управления и т.д.).

Конкретное задание по БЖД выдается, как правило, руководителем проекта по согласованию с консультантом кафедры.

**Объем выпускной квалификационной работы**



Объем графических работ выпускной квалификационной работы в общем случае должен составлять не менее 4 листов чертежей.

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе, содержащая

пояснения, технические и экономические обоснования принятых решений, по всем частям проекта и работы должна иметь объем, не превышающий 120 страниц нормального формата А4. Записка по энергетической части проекта не должна превышать 30-40 страниц.

Объем работы по отдельным частям выпускной квалификационной работы в общем

случае должен составлять:

а) по энергетической части-15-20%;

б) по электрической части-75-80%;

в) по безопасности жизнедеятельности -5%.

Если в энергетической части проекта предусмотрена углубленная разработка какого – либо вопроса, то объем этой части проекта может быть увеличен до 40% при соответствующем сокращении электрической части проекта, объем которой во всех случаях не должен быть менее 50%.

В электротехнической части **объем работы**, связанный с углубленной разработкой какого-либо вопроса, должен составлять примерно 15-25%. В отдельных случаях при расширенной и актуальной тематике этой части проекта объем работ по дополнительному заданию может быть увеличен. При этом разработка общих вопросов электротехнической или энергетической частей выпускной квалификационной работы **должна** быть сокращена. Например, в теплотехнической части объем работы может быть сокращена до 15% путем исключения разработки главного корпуса станции. В случае особенно большого объема работы по электротехнической части **станции** можно совсем отказаться от разработки ее энергетической части.

Объем основных разделов дипломной работы составляет 95% и БЖД-5%.

### **Пояснительная записка и оформление выпускной квалификационной работы**

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе должна в краткой и

четкой форме раскрывать творческий замысел работы. Содержать методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение вариантов должны сопровождаться иллюстрациями, таблицами, графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.

При оформлении расчетно-пояснительной записки рекомендуется придерживаться следующего порядка расположения материала:

1. Титульный лист.
2. Задание на дипломное проектирование.
3. Оглавление.



4. Введение.  
5. Вопросы, разрабатываемые в соответствии с заданием на проектирование.

6. Библиография.  
Пояснительная записка оформляется на стандартной писчей бумаге формата

A4 размером 210\*297мм. В конце пояснительной записки прилагается 2-3 листа чистой бумаги для замечаний.

Пояснительная записка характеризует способность студента излагать и обосновать принятые решения. В пояснительной записке студент должен возможно более четко, убедительно и кратко доказать правильность принятых решений, их технико-экономическую обоснованность, должен дать краткое описание особенностей принятых схем, устройств и сооружений. В тех случаях, когда возможно вариантное решение задачи, в пояснительной записке должны быть изложены особенности рассматриваемых вариантов, дан их подробный технико-экономический анализ и сделано обоснованное заключение. Все технико-экономические расчеты следует выполнять с использованием принятых укрупненных показателей.

В выпускной квалификационной работе студенты всего используют общепринятые

(типовые) методы расчетов, применение которых обычно не требует специального обоснования. Поэтому в записке обычно бывает достаточно указать, какой использован метод расчета, каковы исходные условия и дать оценку полученных результатов. Не следует приводить в записке более одного примера расчета. Результаты повторяющихся расчетов аналогичных элементов целесообразно давать в таблицах. Специальные методы расчетов, используемые при выполнении дополнительных заданий, должны быть кратко обоснованы.

В целях сокращения объема записки следует широко использовать сводные

таблицы результатов расчета, графики и диаграммы, сопровождая их необходимыми краткими пояснениями. Детальные расчеты по всем разделам проекта следует выносить в приложения к выпускной квалификационной работе. Это позволяет в основной части пояснительной записки уделить внимание рассмотрению наиболее важных принципиальных вопросов выпускной квалификационной работы.

Рекомендуется составлять пояснительную записку одновременно с разработкой

соответствующих тем и разделов проекта. Все изложенное в пояснительной записке следует вести от третьего лица (надо писать «принято», «выбрано» и т.д., а не «принимаю», «выбираю» и т.д.).

Все приводимые в записке схемы, графики и диаграммы можно выполнять в

карандаше. Все страницы должны быть пронумерованы, а записка выполняться в целом переплетена.



Поле для подшивки листов записки -20мм, расстояние от края листа до текста:

сверху страницы -5мм, сборку и внизу –по 5мм. Каждый раздел текста необходимо начинать с новой страницы.

Графическую часть выпускной квалификационной работы необходимо выполнять

карандашом при четком и ярком изображении всех деталей на листах стандартного размера (594X841). Допускается вывод чертежей на плоттере. Чертежи выполняются на компьютере в любом графическом редакторе (AutoCAD, Компас, CorelDRAW и др.) в соответствии с требованиями ЕСКД.

Графический материал выпускной квалификационной работы выполняется в

Соответствии требованиям, указанной в {1.5}

#### **Рекомендации для выполнения разделов проекта**

##### **Теплоэнергетическая часть (по указанию руководителя)**

1. На основании технических данных проектируемой электростанции, указанных в задании на работу, необходимо выбрать ее принципиальную тепловую схему, включающую котлоагрегаты, турбоагрегаты, теплообменники, дренажи, непрерывную продувку с использованием тепла продувки, редукционно-охладительные установки по восполнению потерь теплоносителя (при термическом способе восполнения потерь должна быть обоснована схема испарительной установки). При проектировании теплоэлектроцентрали необходимо обосновать принятую схему отпуска тепла потребителями.

Принципиальную тепловую схему станции следует рассчитывать только при

номинальной электрической нагрузке турбогенератора, а не теплоэлектроцентрали с учетом также максимальной тепловой нагрузки (максимального расхода пара в отборах при соответствующем давлении). Расчеты тепловой схемы при других режимах работы турбогенератора и других режимах отборов обуславливаются требованиями выпускной квалификационной работы.

Основной задачей расчета принципиальной тепловой схемы станции являются:

определение потоков пара и воды, уточнение их параметров, определение тепловой экономичности отдельных участков и станции в целом.

В пояснительной записке должен быть изложен метод расчета принципиальной тепловой схемы, включая построение JS –диаграммы работы пара в турбине, и приведены таблицы расчетных параметров пара и воды в установке электростанции, тепловых балансов, а также материальных и энергетических балансов элементов принципиальной схемы. Подробные расчеты принципиальной тепловой схемы нужно привести в приложении к пояснительной записке.

2. На основании расчета тепловой схемы следует уточнить параметры



агрегатов станции и выбрать основное и вспомогательное оборудование, разработать и вычертить, на листе полную (развернутую) тепловую схему, включающую рабочее и резервное питание, тепловое оборудование и соединительные трубопроводы с необходимой арматурой.

Тепловая схема должна быть выполнена в условиях графических изображениях

с указанием технических параметров выбранного теплотехнического оборудования. Для блочных станций следует вычерчивать тепловую схему только одного блока.

3. В пояснительной записке должны быть даны: тепловой баланс котлоагрегата,

методика определения его коэффициента полезного действия и подсчеты расхода топлива при номинальной нагрузке; выбор типов питательных, циркуляционных, конденсатных и дренажных насосов, расчет их производительности, напора и мощности на валу механизма; выбор типа пылеприготовительной установки, расчет мощностей угле размольной мельницы и мельничного вентилятора, краткое описание элементов пылеприготовительного оборудования; выбор тягодутьевых агрегатов, подбор величин сопротивлений газоздушных трактов, расчет производительности дутьевых вентиляторов и дымососов, определение мощности на валу этих механизмов; обоснование емкостей баков воды и конденсата.

4. Дополнительно в пояснительной записке должно быть приведен краткое описание

системы водоснабжения, теплового хозяйства, газоочистки и золоудаления; пуска блока или электростанции из холодного и горячего состояния; схемы управления электрической станции или блоком с учетом их автоматизации.

5. При разработке проекта модернизации существующей электростанции

путем надстройки агрегатами высоких или сверхвысоких параметров пара расчет тепловой схем, кроме решения перечисленных выше задач, должен выявить необходимую производительности и параметры вновь устанавливаемого оборудования и технико-экономическую целесообразность надстройки путем сопоставления технических и экономических показателей станции после надстройки с аналогичными показателями существующей станции.

6. Главные задания станции должны быть разработано схематично с указанием

размещения, как основного, так и важнейшего вспомогательного теплосилового оборудования: котлоагрегатов, турбоагрегатов, насосов, дымососов, вентиляторов, мельниц деаэраторов, основных пара и водопроводов, распределительных устройств, щитов управления, монтажных площадок, кранов, железнодорожных путей и служебных помещений. План и разрез главного задания станций должны быть выполнены на одном-двух листах в масштабе 1/200 или 1/500. На плане должно быть показано размещение



оборудования по основным отметкам. На плане и разрез следует показать конструктивные особенности оборудования и его габаритные размеры.

В пояснительной записке должно быть обоснована принятая компоновка и изложены ее характерные особенности.

#### **Гидроэнергетическая часть (по указанию руководителя)**

Природные условия существенно влияют на возможные технические решения

при проектировании гидростанции как в части ее основных параметров, так и конструкции силового задания. Поэтому при проектировании гидростанции нельзя рекомендовать какую-либо единую схему расчета, приемлемую во всех случаях. Исходя из этого далее приведены только указания по каждому разделу работы.

1. В зависимости от характера регулирования стока и схемы использования

энергии воды (изолированная работа гидростанции, каскадная схема) объем расчетов по определению величины установленной мощности станции может быть очень различен и в ряде выходит за рамки времени, отведенного на разработку энергетической части проекта. Поэтому степень детализации расчетов должна быть согласована с руководителем энергетической части работы.

Чаще мощность установленных агрегатов станции определяют при заданной

отметке НПП (нормально подпертого горизонта); очень часто задаются граничными условиями влияния гидростанций, которые расположены выше и ниже проектируемой ГЭС; для сокращения вычислительной работы могут быть приняты и другие допущения. Однако при любых упрощениях расчетов, связанных с вычислением установленной мощности станции, обязательным являются составление водозенергетического баланса проектируемой станции (баланс мощности и энергии гидростанции в системе и режима сбрасывания и наполнения водохранилища).

Из многочисленных способов составления водозенергетического баланса гидростанции следует тот, который при достаточной точности расчетов обеспечивает наибольшее сокращение вычислительной работы. Поэтому принятый метод расчет при составлении водозенергетического расчета нужно обосновать в пояснительной записке.

2. При суточном или недельном регулировании, если не ставится задача исследования нестационарных процессов в бьефах станции, расчет регулирования водохранилища можно свести к определению необходимой для неограниченного суточного регулирования емкости бассейна суточного регулирования или учету влияния ограничения емкости водохранилища на режим работы станции, если емкость ограничена.

При более длительных циклах регулирования расчетом режима работы водохранилища в характерные годы нужно определить ожидаемой режим работы оборудования станции. Для упрощения вычислений рекомендуется в



первом приближении принимать режим срабатывания станции в обеспеченном году за верхнюю огибающую диспетчерского графика и прорегулировать средний по водности год по одному из наиболее простых правил использования избыточной прочности.

3. Энергетический баланс работы гидростанции в системе в характерные

годы следует составлять с учетом всех ограничений как в суточном, так и в годовом разрезе участников водохозяйственного комплекса. Баланс мощности системы должен указывать размещение нагрузочного и аварийного резервов на станциях системы в течение года, а также срок проведения ремонта оборудования проектируемой гидростанции.

4. Метод выбора силового оборудования станции в значительной мере определяется диапазоном изменения напора и величиной установленной мощности станции. Не следует применять сложных методов расчета, если это не диктуется условиями задачи. Поэтому до проведения сопоставительного энергоэкономического анализа различных вариантов следует обосновать выбранный метод определения энергетических и экономических показателей в данной работе.

Подробно сопоставлять следует те энергоэкономические варианты, которые

заведомо являются конкурентоспособными, отвергая все остальные по общинженерным соображениям. При оценке влияния кавитации на стоимость задания и оборудования многоагрегатных гидростанций не обязательно строить полные кавитационные характеристики гидростанций для всех сопоставляемых вариантов; достаточно выявить для каждого варианта режим, определяющий отметку оси рабочего колеса турбины. Полную кавитационную характеристику надо построить только для выбранного варианта.

5. В разделе выбор вспомогательного оборудования станции следует определить:

- 1) тип регулятора скорости турбины;
- 2) размер маслонапорной установки (МНУ) с указанием мощности электродвигателей;
- 3) систему технического водоснабжения с выбором количества, типа и производительности насосов и мощности электродвигателей;
- 4) систему откачки воды из отсасывающих труб с выбором количества, типа и производительности насосов и мощности электродвигателей;
- 5) грузоподъемность кранов задания и плотины и мощность соответствующих электродвигателей.

Задачей этого раздела проекта является определение нагрузки собственных нужд гидростанции для выбора питающих трансформаторов собственных нужд ГЭС.

6. Конструктивная проработка компоновки задания гидростанции основывается на использовании типовых работ гидростанций. Выпускник должен на основе общинженерных соображений обосновать



предпочтительность для данной гидростанции выбранного типа задания как в подводной, так и в надводной частях, отметив недостатки принятой конструкции. Разрабатываемую конструкцию задания можно рассматривать как один из возможных вариантов конструктивного решения проектируемой гидростанции.

Расчет гидрогенератора не входит в задачу проекта, поэтому его конструкцию и габаритные размеры следует принимать, ориентируясь на ранее выполненные гидрогенераторы, которые имеют соизмеримую номинальную мощность и близкую номинальную скорость вращения.

Выпускник должен умело разместить вспомогательное и электротехническое оборудование в задании принятых габаритов, обеспечивая удобство монтажа и демонтажа оборудования, а также нормальные условия эксплуатации. На плане и разрезе не следует показывать конструктивные особенности оборудования, достаточно показать по разным отметкам блоков, включая и блоки монтажной площадки, с указанием расположения основных элементов агрегата при демонтаже. Разрезы и планы здания гидростанции выполняют в масштабе  $1/100$ ,  $1/200$  или  $1/500$ .

#### **Электротехническая часть станций и подстанций**

1. При выборе главной схемы электрических соединений станции необходимо наметить ряд технически целесообразных вариантов. При этом должны быть учтены:

- а) электрические нагрузки агрегатов и нагрузки присоединений к сборным шинам всех напряжений;
- б) возможные нормальные и аварийные режимы работы станции и системы;
- в) величина располагаемой резервной мощности в системе или в ее части, примыкающей к проектируемой станции;
- г) возможность дальнейшего роста нагрузки распределительных устройств всех напряжений и возможность дальнейшего расширения станции.

Для каждого варианта необходимо выбрать число, тип и мощность трансформаторов (автотрансформаторов) связи, наметить электрические схемы распределительных устройств всех напряжений, определить необходимое число и тип выключателей в основных цепях.

В распределительных устройствах повышенных напряжений с небольшим числом присоединений нужно рассмотреть возможность применения упрощенных схем с уменьшенным числом выключателей и блочных схем.

На основании общинженерных соображений следует отобрать из намеченных

принципиальных схем наиболее конкурентоспособные схемы (обычно 2-3 схемы) и провести их подробной технико-экономической анализ (при выполнении технико-экономического сравнения можно учитывать только те элементы схем, которые являются различными в рассматриваемых вариантах).



Выбор электрических схем распределительных устройств должен производиться также на основе технико-экономических сопоставлений и по возможности с количественной оценкой надежности. Если варианты экономически равноценны, то решающее значение для выбора схемы имеют технические качества (надежность и т.д.).

При проектировании теплоэлектроцентрали нужно решить вопрос о необходимости ограничения тока короткого замыкания в распределительном устройстве генераторного напряжения проектируемой станции и у потребителей. Критерием при этом является отключающая способность выключателей, предполагаемых к применению на потребительских подстанциях и термическая стойкость кабелей распределительной сети. Желательно отключающую способность выключателей использовать полностью. Чтобы не увеличивать сечение кабелей по термической стойкости необходимо уменьшать время отключения коротких замыканий, применяя отсечки.

Выбирая средства ограничения токов короткого замыкания, необходимо учитывать целесообразность применения секционных реакторов и групповых линейных реакторов. Индивидуальные реакторы на отходящих линиях приводят к завышенным капитальным вложениям и усложняют не генераторного напряжения, поэтому следует избегать их применения.

Следует рассмотреть вопрос о необходимости регулирования напряжения трансформаторов (автотрансформаторов) под нагрузкой, и следует проверить необходимость компенсации емкостных токов однофазного замыкания на землю в сетях 6-35кВ проектируемой станции. При необходимости нужно выбрать число, тип и параметры заземляющих дугогасительных катушек для сети каждого напряжения.

2. Для основных механизмов собственных нужд, расчетные мощности и технические характеристики которых должны быть определены при разработке теплоэнергетической части станции, нужно выбрать по каталогам типы электродвигателей. Мощности всех остальных электродвигателей и вторичных трансформаторов собственных нужд обычно принимают приближенно на основании типовых проектов электростанции, аналогичных проектируемой.

При разработке решить вопрос об оптимальном напряжении распределительных

устройств и щитов собственных нужд, а также выбрать необходимое число секций сборных шин каждого распределительного устройства собственных нужд и источники их питания, т.е. число, тип и мощность понижающих трансформаторов или пропускную способность питающих линий и рассмотреть необходимость их редактирования.

При выборе источников питания собственных нужд должна быть составлена

таблица ожидаемых электрических нагрузок на секциях шин собственных нужд.



Особое внимание должно быть уделено резервированию питания установок

собственных нужд в целях обеспечения бесперебойной работы станции при авариях как в отдельных частях самой станции, так и примыкающей к ней сети энергосистемы.

3. Для выбора электрических аппаратов следует определить расчетные значения. Токи которого замыкания в основных цепях станции при таких возможных режимах работы схемы, когда токи которого замыкания имеют наибольшее значения. Токи которого замыкания при других видах повреждений определяются только в том случае, если это необходимо для расчета релейной защиты.

В установках собственных нужд электростанций следует при определении ударного и расчетного тока отключения и при проверке электрооборудования на динамическую и термическую стойкость учитывать влияние электродвигателей, подключенных непосредственно к месту повреждения.

В пояснительной записке должно быть дано краткое обоснование выбора расчетных точек которого замыкания и приведена сводная таблица значений токов которого замыкания в основных цепях станции. Выбор электрических аппаратов следует сопровождать краткими пояснениями принятых расчетных условий, а результаты выбора сводить таблицы и указывать для каждого аппарата расчетные и каталожные величины.

Выключатели, разъединители и приводы к ним должны быть выбраны для всех

основных цепей станции. В целях сокращения вычислительной работы трансформаторы тока и напряжения можно выбирать, руководствуясь только нормальным режимом их работы. Шинные конструкции следует выбирать только для тех распределительных устройств, которые подлежат подробной разработке.

Силовые кабели в необходимых случаях должны быть выбраны для цепей отходящих линий генераторного напряжения; трансформаторов или линий, питающих собственные нужды; одного из электродвигателей собственных нужд и др.

4. Релейная защита должна быть разработана для одного из объектов электростанции (генератора, трансформатора и др.). В объем работы входит выбор установок и проверка чувствительности защиты. Кроме того, в пояснительной записке необходимо дать перечень элементов главной схемы и схемы собственных нужд, для которых в проекте выбираются только виды релейной защиты, а также указать, на какие повреждения и ненормальные режимы работы реагируют эти защиты. Выбор видов устройств основных и резервных защиты производится в соответствии с требованиями правил устройств электрических установок и руководящих указаний. Для принятых защиты должны быть выбраны есто установки и типы трансформаторов тока и трансформаторов напряжения; указаны выключатели и другие исполнительные



органы, на которые должны действовать защиты; сформулированы условия согласования по чувствительности и выдержке времени резервных защит; описана последовательность действия основных и резервных защит на примере ликвидации повреждения на одном из объектов станции.

В проекте следует решить вопрос о возможности включения генератора или

блока методом самосинхронизации в нормальных условиях (для генераторов, допускающих включение методом самосинхронизации). С этой целью должна быть рассчитана кратность тока при включении. Необходимо также выбрать тип и количество синхронизаторов для точной автоматической синхронизации и указать, к каким трансформаторам напряжения они подключаются. Резервных

В проекте должны быть предусмотрены устройства АВР для питающих

элементов собственных нужд. Для устройств АВР должны быть составлены технические условия, в которых следует указать необходимость применения пускового органа минимального напряжения (ПОН) и контроль напряжения на резервных источниках; на какие выключатели действует пусковой орган минимального напряжения; в каких режимах и при каких отключениях основных источников питания должны действовать УАВР.

Выбранные устройства релейной защиты следует нанести на схему электрических соединений в условном изображении с обязательной привязкой защиты к питающим трансформаторам тока и напряжения, с одной стороны, и к отключаемым выключателям, с другой стороны.

На главной схеме электрических соединений и схеме собственных нужд условно

отмечают выключатели, на которых будет производиться синхронизация, и выключатели, на которые действуют устройства АВР. В проекте необходимо расчетным методом выбрать источник оперативного постоянного или переменного тока.

5. Схему электрических соединений следует выполнить в условных графических обозначениях согласно ГОСТ и ЕСКД. Коммутационные аппараты на схемах нужно показывать, как правило, в отключенном положении, т.е. при отсутствии тока во всех цепях схемы и отсутствии внешних принудительных сил, воздействующих на подвижные контакты. Наряду с этим в дипломных проектах можно показывать коммутационные аппараты в положении, соответствующем нормальным условиям эксплуатации установки, о чем должна быть сделано соответствующее примечание на схеме.

На главной схеме электрических соединений станции должны быть показаны

все генераторы, повышающие трансформаторы (автотрансформаторы), сборные шины всех напряжений и отходящих кабельных линий достаточно показать только часть их и указать, сколько каких линий присоединено к сборным шинам). В схеме собственных нужд должны быть показаны ее рабочие



и резервные источники питания (трансформаторы, линии), секции сборных шин высшего и низшего напряжений собственных нужд, схемы питания сборок в цехах станций. Электродвигатели достаточно показать на одной из секций или двух полусекциях высшего напряжения собственных нужд.

Для гидростанций, а также тепловых станций сравнительно небольшой мощности можно выполнять главную схему и схему собственных нужд на одном листе.

На схемах электрических соединений должны быть показаны установленные во

всех цепях коммутационные аппараты, реакторы, трансформаторы напряжения, разрядники, ОПН, а также способы заземления нейтралей (глухие, через дугогасительные катушки и разрядники). Заземляющие ножи разъединителей достаточно показать только в характерных, цехах; электроизмерительные приборы во всех характерных присоединениях, на сборных шинах всех напряжений и обще станционные приборы, а также приборы синхронизации; релейные защиты заданных элементов станции (перечисленные выше, в п. 4); трансформаторы тока для измерительных приборов и релейных защит, установленных во всех характерных цехах станции, с указанием, в каких фазах устанавливаются трансформаторы тока и сколько они имеют сердечников (не следует показывать трансформаторы тока в нескольких однотипных цехах); схемы соединений обмоток силовых трансформаторов (автотрансформаторов) и трансформаторов напряжения; типы, номинальные мощности и напряжения генераторов, синхронных компенсаторов и электродвигателей; типы, номинальные мощности, номинальные коэффициенты трансформации и пределы регулирования трансформаторов и автотрансформаторов; типы всех коммутационных аппаратов измерительных трансформаторов, реакторов, дугогасящих катушек и другого выбранного в проекте электрооборудования станции.

Для одного из генераторов должна быть показана принципиальная схема цепи

возбуждения, включая устройства автоматического регулирования возбуждения (схематично).

6. В дипломном проекте нормально разрабатывают конструкции одного или двух распределительных устройств, указанных в задании на проекте. Возможна разработка как открытых, так и закрытых распределительных устройств генераторных и повышенных напряжений, компоновки электрооборудования у выводов генераторов, распределительных устройств 3-6кВ собственных нужд тепловых станций и 6-10кВ для питания собственных нужд и местной нагрузки гидростанций.

Типы распределительных устройств станции следует выбирать, руководствуясь

новейшим типовым конструкциями, разработанными ведущими проектными организациями. На листах, где приведены конструкции распределительных устройств, выключатели должны быть показаны упрощенно.



7. После определения примерных габаритов распределительных устройств нужно перейти к разработке с необходимыми обоснованиями взаимного размещения основных элементов электрической части станции: генераторов и их выводов, повышающих трансформаторов или автотрансформаторов, трансформаторов собственных нужд, закрытых и открытых НЕ с указанием электрических связей между ними и путей для транспортировки основного электрооборудования, а также общестанционного и блочных щитов управления.

Для закрытых РУ должны быть выполнены поэтажные планы и разрезы по

основным цепям в масштабе 1:-20 – 1:50. Кроме того, должна быть составлена схема заполнения ячеек. На конструктивных чертежах, открытых РУ следует показать поперечные разрезы отдельных цепей и план всего открытого РУ в масштабе 1:100 – 1:200.

При выполнении конструкций заданных РУ следует выполнять требования

«Правила устройства электроустановок», «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок электростанций и подстанций» и др. директивных и руководящих указаний.

8. После определение площадей подстанций и габаритов оборудования рассчитывается заземление и грозозащитное заземление, выбирается место установки молниеотводов, рассчитывается их высота и строится зона защиты. Результаты этих расчетов должны найти отражение в графической части проекта.

#### **Экономическая часть.**

В экономической части работы выпускник должен выполнять ряд взаимосвязанных

техничко-экономических расчетов и представить их в виде одной главы расчетно-пояснительной записке.

При выполнении экономических расчетов следует использовать специальную

литературу, рекомендованную консультантом по экономической части работы.

#### **Раздел БЖД.**

Раздел БЖД должен содержать расчетно-пояснительную записку в объеме одной главы. В пояснительной записке должны быть приведены анализ опасностей и вредностей проектируемого объекта, обоснование выбора 1-2 конкретных мероприятий по безопасности жизнедеятельности, результаты расчетов и выводы со ссылками на действующие правила и другие нормативные материалы, оценка эффективности принятых решений как с точки зрения безопасности жизнедеятельности, как и производительности труда и экономических затрат. Пояснительную записку недопустимо заполнять общими



рассуждениями и переписыванием нормативных положений, правил и других материалов.

#### **Специальный раздел работы.**

В спецразделе работы выпускник глубоко разрабатывает узкий вопрос, связанный с темой выпускной квалификационной работы. Тему спецраздела необходимо связать с индивидуальным заданием, которое выпускник получает перед началом практики. Примерный перечень индивидуальных заданий приведен в программе преддипломной практики. В спецразделе выпускной квалификационной работы не допускается разработка тем реферативного характера.

#### **Организационные вопросы выпускной квалификационной работы.**

##### *1. Порядок представления законченной выпускной квалификационной работы на ГАК*

Полностью законченная и оформленная выпускная квалификационная работа, подписанный студентом и консультантами на титульном листе пояснительной записке и чертежах, представляется руководителю, после которого никакие исправления и добавления в чертежах не разрешаются. Подписав законченный проект, руководитель должен составить письменный отзыв (приложение3) о студенте –выпускнике, в котором отмечает проявленную им инициативу в решении вопросов, рассмотренных в проекте, степень самостоятельности, использование в проекте лучших образцов современной техники и т.д., затем руководитель передает проект с отзывом заведующему кафедрой.

Заведующий кафедрой, ознакомившись с отзывом, направляет работу на рецензию (приложение5), после получения, который вопрос о допуске работы к защите решается на заседании кафедры. Назначение рецензентов производится заведующим кафедрой из числа высококвалифицированных специалистов-инженеров, имеющих значительный опыт работы в производственных или научно-исследовательских и проектных организациях и не работающих в ВУЗах.

Вопросы, которые должны быть освещены в рецензии, изложены в документе,

направляемом кафедрой рецензенту вместе с работой (приложение4). При положительном решении кафедры работы представляется Государственной Аттестационной Комиссии.

В случае задержки в выполнении выпускной квалификационной работы устанавливается срок, а также при обнаружении существенных дефектов в законченном проекте, защита этих выпускной квалификационной работы, по решению кафедры, может быть отложена до следующей заседания ГАК, причем студент отправляется на работу по представлению директора и приказу ректора по месту распределения с тем, чтобы закончить или исправить работу к следующей заседании ГАК.

##### *2. Подготовка студента к защите проекта*



Согласно инструкции к выпускной квалификационной работе, студент при защите

работы делает доклад в течении 10-15 минут а затем отвечает на вопросы, относящиеся непосредственно к проекту и различным дисциплинам, определяющим профиль будущего специалиста. Это показывает, что для успешной защиты проекта студентам необходимо, уже в процессе дипломного проектирования, заняться возобновлением своих знаний в области специальных и смежных дисциплин путем повторения их основных положений и изучение периодической отечественной и зарубежной литературы по вопросам, связанным с работой.

Доклад выпускника должен быть деловым, с четко выраженным освещением следующих вопросов и моментов:

- Задача, поставленная для решения в дипломном проекте и ее значение для промпредприятия.
- Пути решения этой задачи.
- Техничко-экономическое обоснование принятых решений.
- Основные ТЭП проекта и краткие выводы

Для соблюдения последовательности изложения материала рекомендуется иметь план доклада, одобренный руководителем работы.

### *3. Защита выпускной квалификационной работы*

К защите выпускной квалификационной работы студент допускается при наличии заключения зав.кафедрой (Приложениеб), допуска директора (Приложения7) и приказа по филиалу. О дате защиты выпускники извещаются объявлениями по филиалу за 2-3 дня до защиты. Накануне защиты выпускнику представляется возможность ознакомиться с рецензиями и подготовить ответы на замечания.

Продолжительность защиты одной выпускной квалификационной работы, как

правило, не должна превышать 30 минут.

При определении оценки работы принимается во внимание уровень теоретической, научной и практической подготовки студентов.

Решения Государственной аттестационной комиссии об оценках работы, а

также присвоении квалификации и выдачи диплома принимаются Государственной аттестационной комиссией на закрытом заседании открытым голосованием голосов членов комиссии, участвовавших в заседании.

Результаты защиты выпускных квалификационных работ объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний Государственной аттестационной комиссии.

В тех случаях, когда защита выпускной квалификационной работы признается

неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите тот же проект с доработкой.



Студент, не защитивший выпускную квалификационную работу, допускается к

повторной защите его в течение трех лет после окончания вуза при представлении положительной характеристики с места работы, соответствующей профилю подготовки в вузе.

Студент защитившему выпускную квалификационную работу, присваивается

решением ГАК квалификация в соответствии с полученной специальностью, вручается диплом.

#### **Библиографический список необходимый для выполнения ВКР**

##### **1.1 Нормативные документы.**

1.1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ.: ЭАИ 1986 (по главам, разделам)

1.2. Правила техники эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: ЭАИ 1988.

1.3. Правила пользования электрической энергией. – Б.: 2007.

1.4. ПТЭ электрических станций и сетей. – М.: ЭАИ 1977.

1.5. Методические указания к оформлению графической части курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций», Кара-Куль, 2009.

1.6. Руководящие указания по расчету токов КЗ, выбору и проверке аппаратов и проводников по условия КЗ МЭИ, 1975.

1.7. Руководящие указания по защите электростанций и подстанций 35-500 кВ от прямых ударов молнии и грозových волн, набегающих с линии электропередачи. М.: ОРГРЭС, 1975.

##### **2. Учебники и учебные пособия**

2.1. «Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей ВУЗов». Блок В. М., Обушев Г.К. и др. М.: ВШ, 1990.

2.2. Гидроэлектрические станции. Под ред. Губина Ф.Ф. Учебник для студентов ВУЗов М.: Энергия, 192.

2.3. Электрическая часть станций и подстанций. М.: ЭАИ, 1986.

2.4. «Электрооборудование станций и подстанций» Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. М.: Энергия, 1980

2.5. Электрическая часть станций и подстанций Васильев А.А., Крючков И.П., Нягилова Е.Ф. и др. М.: Энергия, 1980.

2.6. Электрическая часть электростанций. Усов С.В., Кантан В.В. и др. Л.: Энергия, 1977.

2.7. Электрическая часть электростанций. Неклепаев Б.Н. М.: Энергия, 1976

2.8. Координация и оптимизация уровней токов к.з. в электрических системах. М.: Энергия

2.9. Надежность электрических систем Разанов М.Н. М.: ЭАИ, 1984.



- 2.10 Расчет надежности схем электрических соединений. Синьчугов Ф.И. М.: Энергия 1971
- 2.11 Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Андреев В.А. М.: ВШ, 1991.
- 2.12 Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. Шабад М. А. М.: Энергия, 1985.
- 2.13 Голубев М.Л. Расчет токов короткого замыкания в электросетях 0.4-35кВ.- М.: Энергия 1980.
- 2.14 Беркович М.А. и др. основы автоматики энергосистем. – М.: Энергоиздат 1981.
- 2.15 Главные схемы и электротехническое оборудование подстанций 35-500кВ. Лисовский Т.С. и др. М.: Энергия, 1970
- 2.16 Электрические системы. В.А. Веников М.: ВШ, 1972.
- 2.17 Релейная защита. Н.В. Чернобровов. М.: Энергия, 1976.

### 3. Справочные материалы

- 3.1 Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Неклепаев Б.Н., И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергия 1989.
- 3.2 Электротехнический справочник. Под. Ред. Проф. МЭИ П.Г. Грудинского и др. т. 1,2,3.- М.: Энергия 1975.
- 3.3 Справочник по электрическим сетям 0,4-35кВ и 110-1150 кВ Е.Ф. Макаров.: Том1, том2, том3, том4, том5, том6, том7. – М.: ИД «Энергия», 2007.
- 3.4 Проектирование кабельных сетей и проводов. Под. Общ. Ред. Г.Е. Хромченко.- М.: Энергия 1980.
- 3.5 Смирнов А.Д., Антипов К.Н. Справочная книжка энергетика М.: ЭАИ 1987.
- 3.6 Электрический справочник. Под ред. М.Г. Чиликина и др. Т1 и Т2, М.: Энергия, 1971/72



ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. И. Раззакова  
Филиал в городе Кара-Куль  
Кафедра «Строительство, транспорт и электроэнергетика»

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ НА ТЕМУ:**

Выполнил (а) студент (ка) группы: \_\_\_\_\_

/фамилия, имя, отчество/

/подпись/

Руководитель работы: \_\_\_\_\_

/фамилия, имя, отчество/

/подпись/

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО:

1. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/
2. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/
3. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/
4. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/
5. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/
6. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/
7. \_\_\_\_\_ /фамилия, имя, отчество/ /подпись/

Работа к защите допущен:  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/фамилия, имя, отчество/

/подпись/

Рецензент:

\_\_\_\_\_/фамилия, имя, отчество/

/подпись/

г. Кара-Куль

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.  
Лист 1













ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

**ОТЗЫВ**

Руководителя выпускной квалификационной работы на выпускника \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество, филиал, учебная группа)

выполнившего работу на  
тему \_\_\_\_\_

*Отзыв руководителя выпускной квалификационной работы характеризует проделанную работу по всем разделам проекта (работы, включая сведения о наиболее интересных решениях, их актуальность техническую или научную оригинальность и новизну.*

*Отзыв должен дать деловую характеристику дипломника с учетом его моральных качеств: организованность студента, ритмичность работы над выпускной квалификационной работой, самостоятельность в решении инженерных вопросов умение пользоваться литературой.*

Руководитель  
работы \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.



ПРИЛОЖЕНИЕ 4.  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. И. Раззакова  
Филиал в городе Кара-Куль  
Кафедра «Строительство, транспорт и электроэнергетика»

**РЕЦЕНЗИЯ**

на выпускную квалификационную работу

Студент(ка) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_/фамилия, имя, отчество/ \_\_\_\_\_/подпись/

Специальность \_\_\_\_\_

Наименование	выпускной	квалификационной	работы
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Рецензия должна содержать:

- а) заключение о степени соответствия выполненной работы по заданию;
- б) характеристику выполнения каждого раздела проекта и степени использования дипломом последних достижений науки, техники и новаторов производства;
- в) оценку качества выполнения графической части проекта и пояснительной записки;
- г) перечень положительных качеств проекта и основных недостатков.

Общая оценка прарботы дается по пяти балльной системе.

Работа заслуживает оценки \_\_\_\_\_

Место и должность рецензента \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Уважаемый

гос. \_\_\_\_\_

Кафедра «Строительства, транспорта и электроэнергетики»  
Филиала КГТУ им. И. Раззакова в г. Кара-Куль направляет вам выпускную  
квалификационную работу студента

и просит дать на него рецензию:

Примерное содержание рецензии:

1. *Заключение о выполнении работы по заданию на выпускную квалификационную работу*
2. *Характеристика выполненного каждого раздела работы, степень использования выпускником последних достижений науки и техники.*
3. *Оценка качества графической части и пояснительной записки работы.*
4. *Перечень положительных качеств проекта и основных недостатков (если они имеются), возможность использования работы на производстве.*
5. *Общая оценка работы (по пяти балльной системе).*

Выпускная квалификационная работа с Вашей рецензией в запечатанном виде  
просим вернуть на кафедру до « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

Зав.кафедрой

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.



**ПРИЛОЖЕНИЕ 6.**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

кафедры о выпускной квалификационной работе просмотрен (на) и студент (ка)

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

может быть допущен (а) к защите этой работы  
в Государственную аттестационную комиссию.

Зав. кафедрой «Строительство, транспорта и электроэнергетики» \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7.  
ДОПУСК К ЗАЩИТЕ**

Студент (ка) \_\_\_\_\_

На основании заключения кафедры допускается к защите выпускной  
квалификационной работе в Государственную аттестационную комиссию.

Директор филиала \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования направление подготовки по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника», квалификационная степень бакалавр.
2. Сквозная программа практик для студентов по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника» / ККТИ RUNE им. И.Раззакова; Составители: к.т.н., Ниязов Н.Т. и.о. доц. Кыдырмаева З.С. –Б.: ИЦ «Техник», 2014-15г.
3. Нормативно-методическое обеспечение работы кафедры ВУЗа/Бишкек 2006/ Петров Н.Ф., Горобеков Б.Т.
4. С.Д. Резник «Управление кафедрой» М. Инфра-М, 2008г.

\_\_\_\_\_  
Тех. редактор *Эркинбек кызы Ж.*

\_\_\_\_\_  
Подписано к печати 15.09.2016 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

\_\_\_\_\_  
Бумага офс. Печать офс. Тираж 20 экз. Заказ 223.

\_\_\_\_\_  
Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Техник» КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43

\_\_\_\_\_  
e-mail: [beknur@mail.ru](mailto:beknur@mail.ru)