МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ОШСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. М. АДЫШЕВА

Институт энергетики и транспорта

Кафедра «ЭССССиЭМ»

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
# ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

для студентов направления 640200 «электроэнергетика и электротехника»
профиль «электроэнергетические системы и сети»

Ош – 2025

| | |
|---|---|
| «Рассмотрено» | «Утверждено» |
| кафедрой «ЭССиЭМ» | МС института «ЭиТ» |
| протокол №__от «__»___2025г | Протокол №__от_____2025г. |

Составители: к.т.н., проф. Сатыбалдыев А.Б., Элчиева М. Методические указания по выполнению выпускных квалификационных работ (ВКР) для студентов-бакалавров по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника». – Ош, 2025. – 20 с.

**Рецензенты:** к.т.н., доцент Мурзакулов Н.А.
Гл. энергетик машиностроит. завода г. Ош Тажибаев А.Ж.

Методические указания предназначены для организации и выполнения выпускных квалификационных работ студентов-бакалавров по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника». В издании изложены основные требования к выбору темы ВКР, структуре и содержанию работы, оформлению текста, таблиц, рисунков и списка источников, а также приведены рекомендации по подготовке к защите. Материал представлен в сжатой форме, доступной пониманию студентов, и ориентирован на практическое применение при выполнении и защите ВКР.

**Введение**

Настоящие методические указания определяют порядок подготовки, содержания, оформления и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) для студентов, обучающихся по направлению 640200 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроэнергетические системы и сети». Указания разработаны на основе требований государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования.

**Цели и задачи выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа представляет собой завершающую учебно-исследовательскую работу самостоятельного характера, выполняемую с целью систематизации, закрепления и расширения теоретических знаний, практических навыков и профессиональных компетенций, полученных студентом в процессе обучения.

ВКР не является лишь формальным итоговым заданием; это комплексный проект, демонстрирующий способность выпускника анализировать актуальные проблемы современных электроэнергетических систем и сетей и предлагать для их решения инновационные и обоснованные технические решения.

*Основная цель ВКР* – определение уровня готовности выпускника к профессиональной деятельности. Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- систематизированное изучение научно-технической литературы, нормативных документов и передового опыта по выбранной теме;
- применение современных расчётных методик и программного обеспечения для анализа режимов работы электроэнергетических систем и сетей;
- выполнение проектно-конструкторских и исследовательских работ, направленных на решение конкретной технической задачи;
- обоснование экономической эффективности предлагаемых технических решений;
- разработка мероприятий по охране труда и обеспечению безопасности при реализации проекта;
- логичное, последовательное, точное и грамотное изложение полученных результатов.

Структура методических указаний

Данный документ охватывает все этапы подготовки ВКР. Он служит для студента системным руководством на всём протяжении работы — от выбора темы и проведения исследования до оформления работы и успешной защиты перед Государственной аттестационной комиссией.

Методические указания включают: общие положения, подготовительный этап, требования к структуре и содержанию работы, правила оформления, а также описание процедуры защиты.

**1. Общие положения и основные требования к ВКР**

Статус и содержание выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа является обязательным компонентом государственной итоговой аттестации для присвоения академической степени бакалавра. Работа должна носить самостоятельный характер, быть логически завершённой и иметь вид исследования или проекта, направленного на решение конкретной задачи в выбранной профессиональной области.

Содержание ВКР должно свидетельствовать о сформированности у студента следующих компетенций:

глубокое понимание принципов функционирования, структуры и особенностей электроэнергетических систем и сетей;

умение применять современные расчётно-аналитические методы и специализированное программное обеспечение;

способность к системному и комплексному подходу при принятии технических решений;

умение самостоятельно искать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию;

способность чётко, логично и грамотно излагать собственное мнение и результаты выполненного исследования.

Роли и ответственность участников

Процесс подготовки ВКР предполагает тесное взаимодействие студента, научного руководителя и рецензента.

Студент

Студент несёт полную ответственность за своевременное и качественное выполнение ВКР. Основные обязанности студента:

совместно с научным руководителем выбрать тему работы и обосновать её актуальность;

разработать календарный план-график выполнения ВКР и строго его соблюдать;

регулярно посещать консультации научного руководителя и участвовать в предварительных защитах на кафедре;

самостоятельно проводить исследование, выполнять расчёты и анализировать полученные результаты;

изложить и оформить работу в соответствии с требованиями настоящих методических указаний;

представить завершённую работу научному руководителю, рецензенту и на кафедру в установленные сроки;

тщательно подготовиться к защите (доклад, презентация, ответы на вопросы).

Научный руководитель

Научный руководитель осуществляет методическое и организационное сопровождение работы студента. Его обязанности включают:

оказание помощи в выборе темы и обосновании её актуальности;

разработку индивидуального задания по ВКР;

согласование календарного плана выполнения работы и контроль за его исполнением;

рекомендации по подбору информационных источников;

проведение регулярных консультаций, проверку подготовленных разделов и формулирование рекомендаций по устранению недостатков;

подготовку письменного отзыва на завершённую работу, в котором отражаются достоинства и недостатки ВКР, уровень самостоятельности студента и вывод о возможности допуска к защите.

Рецензент

Рецензент назначается для объективной и квалифицированной оценки выполненной ВКР. В качестве рецензента, как правило, приглашается специалист, обладающий высокой профессиональной компетентностью и соответствующим опытом работы (преподаватель другой кафедры, научный сотрудник, инженер-практик). Основные обязанности рецензента:

внимательно ознакомиться с работой, оценить её содержание, теоретический и практический уровень, степень достижения поставленных целей;

отметить сильные стороны работы, её научную новизну и практическую значимость;

указать имеющиеся недостатки, неточности и дискуссионные вопросы;

подготовить письменную рецензию, в которой дать общую оценку работе и сформулировать вывод о целесообразности допуска к защите перед Государственной аттестационной комиссией.

Оригинальность (уникальность) работы

Академическая честность является фундаментальным принципом высшего образования. Каждая ВКР подлежит обязательной проверке на наличие заимствований с использованием специализированных систем (например, «Антиплагиат.ВУЗ»).

С целью обеспечения прозрачных и единых критериев оценки оригинальности, с учётом сложившейся академической практики, установлено, что минимально допустимый уровень уникальности текста выпускной квалификационной работы бакалавра должен составлять не менее 40 %. Работы с более низким показателем к защите не допускаются и подлежат доработке. Низкий процент оригинальности свидетельствует о недостаточной самостоятельности студента и неправомерном использовании им трудов других авторов.

Объём ВКР должен быть достаточным для всестороннего раскрытия содержания. Рекомендуемый объём основного текста (введение, основная часть, заключение) составляет 60–70 страниц при наличии не менее шести

графических материалов. В указанный объём не включаются титульный лист, содержание, список литературы и приложения.

**Раздел 2. Подготовительный этап: выбор темы и утверждение задания**

Принципы выбора темы

Успешное выполнение выпускной квалификационной работы во многом зависит от правильного выбора темы. При выборе темы необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

Актуальность. Тема должна соответствовать современным проблемам и направлениям развития науки и практики в области электроэнергетики.

Научная новизна и практическая значимость. Работа не должна сводиться к простому повторению известных фактов; она должна содержать элемент новизны (использование новой методики, решение нетипичной задачи, совершенствование существующего решения и т.п.). Полученные результаты должны иметь практическое значение и позволять разработать рекомендации по совершенствованию работы конкретного предприятия, региона или энергетической отрасли в целом.

Интересы и возможности студента. Тема должна вызывать профессиональный интерес у студента и опираться на знания, полученные в ходе обучения, а также на опыт, приобретённый во время производственных практик.

Реализуемость. Важно учитывать доступность необходимых для исследования исходных данных, научной и нормативной литературы, программного обеспечения и лабораторного оборудования.

Инновационные и перспективные направления исследования

Наряду с традиционными тематическими направлениями рекомендуется уделять особое внимание инновационным темам, отвечающим глобальным вызовам современного развития энергетики. Выполнение ВКР по таким направлениям демонстрирует способность выпускника мыслить перспективно и готовность осваивать новые технологии. Ниже приведены отдельные примеры таких направлений и типичных задач в их рамках.

1. Интеллектуальные электрические сети (Smart Grid)

Smart Grid – это не просто совокупность новых технологий, а новая философия развития электроэнергетики, в рамках которой энергосистема рассматривается как единый энерго-информационный комплекс, объединяющий энергетические и информационные технологии. В рамках данного направления ВКР могут быть посвящены следующим задачам:

Интеграция распределённой генерации. Моделирование и анализ влияния нестабильной генерации возобновляемых источников энергии (солнечные и ветровые электростанции) на режимы работы энергосистемы, её устойчивость и качество электроэнергии.

Управление спросом. Разработка механизмов стимулирования потребителей к изменению графика потребления электроэнергии и оценка их эффективности с точки зрения повышения надёжности работы системы и снижения затрат.

Микросети. Исследование автономных и параллельных с магистральной сетью режимов работы локальных энергетических систем (микросетей), разработка рекомендаций по повышению их надёжности и энергетической эффективности.

Системы аккумулирования энергии. Решение задач, связанных с применением различных типов накопителей энергии (аккумуляторные батареи, суперконденсаторы и др.) для сглаживания графика нагрузок электрических сетей и компенсации неравномерной генерации возобновляемых источников энергии.

**2. Цифровизация электроэнергетических систем**

Цифровизация является ключевым трендом, позволяющим существенно повысить эффективность управления, защиты и мониторинга энергетических объектов.

Цифровые подстанции. Проектирование архитектуры цифровой подстанции на основе международного стандарта МЭК 61850. В рамках работы изучаются концепции «процессной шины» и «станционной шины», принципы передачи оперативных команд, состояний, блокировок и измерительной информации, а также принципы взаимодействия устройств релейной защиты и автоматики посредством сообщений и потоков выборок. Особое внимание уделяется роли протокола IEEE 1588 при обеспечении высокоточной синхронизации времени.

Технологии широкозонного мониторинга, управления и защиты. Использование синхронизированных векторных измерений для оценки динамической устойчивости энергосистемы в режиме реального времени, выявления и подавления низкочастотных колебаний; разработка соответствующих алгоритмов.

Цифровые устройства релейной защиты и автоматики. Анализ алгоритмов функционирования микропроцессорных устройств релейной защиты, разработка и обоснование новых подходов к повышению их чувствительности и надёжности.

**3. Кибербезопасность энергосистем**

В условиях растущей зависимости современных энергосистем от автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и информационных технологий вопросы кибербезопасности приобретают особую актуальность.

Анализ уязвимостей АСУ ТП. Исследование потенциальных уязвимостей используемых на энергетических объектах SCADA-систем и промышленных протоколов (например, Modbus, DNP3, IEC 60870-5-104).

Разработка мер защиты. Обоснование комплекса мероприятий по обеспечению кибербезопасности, включающего сегментацию сетей, применение промышленных межсетевых экранов, внедрение систем обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS) и др.

Моделирование кибератак. Исследование последствий потенциальных кибератак (например, атак типа «man-in-the-middle», DoS) на цифровой модели энергосистемы и разработка рекомендаций по их предотвращению и минимизации ущерба.

**Календарный план-график выполнения ВКР**

Для системного и своевременного выполнения ВКР крайне важно разработать календарный план-график. План-график представляет собой «дорожную карту», отражающую основные этапы работы и сроки их выполнения, согласованные между студентом и научным руководителем. Календарный план-график утверждается научным руководителем, а ход его реализации находится под постоянным контролем.

Таблица 1 – Примерный календарный план-график выполнения выпускной квалификационной работы

| | Этап и содержание работы | Срок выполнения | Отметка научного руководителя о выполнении |
|---|---|---|---|
| | Выбор, обоснование и утверждение темы ВКР | Сентябрь, 1–2-я недели | |
| | Составление задания на ВКР и календарного плана-графика | Сентябрь, 3–4-я недели | |
| | Поиск и анализ литературы и информационных источников по теме | Октябрь | |
| | Подготовка и представление научному руководителю главы 1 (литературно-аналитический обзор) | Ноябрь | |
| | Сбор и систематизация исходных данных об объекте исследования | Декабрь | |
| | Написание главы 2 (описание объекта исследования и обоснование методики расчётов/моделирования) | Январь | |
| | Выполнение основных расчётов и моделирования (например, расчёт установившегося режима, токов короткого замыкания) | Февраль | |
| | Написание главы 3 (проектно-расчётный | Март | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | раздел), анализ полученных результатов | | |
| | Выполнение технико-экономических расчётов | Апрель, 1–2-я недели | |
| 0 | Написание главы 4 (технико-экономическое обоснование и охрана труда) | Апрель, 3–4-я недели | |
| 1 | Подготовка введения, заключения, аннотации, формирование списка использованных источников | Май, 1-я неделя | |
| 2 | Окончательное оформление работы, проверка у нормоконтролёра | Май, 2-я неделя | |
| 3 | Прохождение предварительной защиты на кафедре | Май, 3-я неделя | |
| 4 | Передача работы на рецензирование | Май, 4-я неделя | |
| 5 | Подготовка доклада и презентации к защите, подготовка ответов на замечания и вопросы рецензента | Июнь, 1–2-я недели | |
| 6 | Защита ВКР перед Государственной аттестационной комиссией | Июнь, 3–4-я недели | |

Оформление задания

После утверждения темы и календарного плана кафедра выдает каждому студенту официальное задание на выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР). Задание оформляется по установленной форме, в которой указываются:

фамилия, имя, отчество студента, группа;

утверждённая тема работы;

срок завершения работы;

исходные данные по исследуемому объекту;

содержание работы (перечень основных вопросов и задач, подлежащих разработке);

перечень графических материалов (чертежи, схемы и др.);

научный руководитель;

дата выдачи задания.

Задание подписывается студентом, научным руководителем и заведующим кафедрой и подшивается в работу сразу после титульного листа.

Раздел 3. Структура и содержание выпускной квалификационной работы

Структура ВКР должна обеспечивать логическую последовательность и полноту раскрытия её содержания. Ниже приведены стандартные структурные элементы работы и требования к содержанию каждого из них.

Структурные элементы ВКР

Титульный лист (Приложение 1)

Задание (Приложение 2)

Аннотация

Содержание

Введение

Основная часть (как правило, состоит из 3–4 глав)

Заключение

Список использованных источников

Приложения

Введение

Введение (2–3 страницы) является «визитной карточкой» работы. В нём кратко и чётко излагаются общая концепция, цель и актуальность исследования. Обязательными элементами введения являются:

*Актуальность темы.* Обосновывается значимость выбранной темы для современного уровня развития науки и техники, показывается наличие нерешённых проблем.

*Цель исследования.* Чётко формулируется основной результат, которого предполагается достичь в ходе выполнения работы.

*Задачи исследования.* Перечисляются конкретные шаги (3–5 задач), выполнение которых необходимо для достижения поставленной цели.

*Объект и предмет исследования.* Объектом является процесс или явление, подлежащее изучению (например, городская электрическая сеть). Предметом – конкретные свойства или аспекты объекта, подлежащие анализу (например, методы снижения потерь в городской электрической сети).

*Научная новизна и практическая значимость.* Указывается, какие новые научные результаты получены в работе и каким образом они могут быть использованы на практике.

Основная часть

Основная часть составляет ядро ВКР и, как правило, имеет следующую логическую структуру.

Глава 1. Литературно-аналитический обзор

В данной главе (15–20 страниц) анализируется современное научно-техническое состояние рассматриваемой проблемы. Студент должен продемонстрировать умение работать с научной литературой, сопоставлять различные подходы и определять место собственного исследования. Содержание главы включает:

краткий обзор истории изучения рассматриваемой проблемы и основных этапов её развития;

ключевые понятия, термины, определения и используемые классификации;

теоретические основы проблемы, основные физические законы и математические модели, лежащие в её основе;

анализ существующих методов и технологий решения задачи, сравнительную оценку их преимуществ и недостатков.

В конце главы формулируется краткий вывод, в котором на основе анализа литературы уточняются конкретные задачи, подлежащие решению в данной ВКР.

Глава 2. Описание объекта исследования и методика расчётов

В этой главе (10–15 страниц) приводится описание конкретного объекта исследования и обосновываются методы его анализа.

*Описание объекта исследования.* Представляется однолинейная схема конкретной энергетической системы или её элемента (например, подстанция 110/35/10 кВ, городская распределительная сеть), описывается её структура, приводятся технические параметры основного оборудования (трансформаторов, линий, коммутационных аппаратов и др.).

*Выбор и обоснование расчётной методики.* В соответствии с целью работы выбираются методы расчёта (например, метод Ньютона–Рафсона для расчёта установившегося режима, метод симметричных составляющих для расчёта токов короткого замыкания) и обосновывается целесообразность их применения.

*Выбор программного обеспечения.* Описывается программный комплекс, используемый для выполнения расчётов (например, PSCAD, MATLAB/Simulink, PowerFactory, ETAP, RastrWin и др.), и его функциональные возможности, применимые к решаемой задаче.

Глава 3. Проектно-расчётный раздел

Это основная практико-ориентированная часть работы (25–30 страниц). В данной главе в соответствии с выбранной методикой и программным обеспечением выполняются конкретные расчёты и моделирование. Структура и наполнение главы зависят от тематики ВКР. Возможные направления:

*Традиционные задачи:*

расчёт и анализ нормальных, послеаварийных и аварийных режимов работы электрической сети;

расчёт трёхфазных и однофазных токов короткого замыкания в различных узлах сети;

выбор и проверка основного электрооборудования (силовых трансформаторов, кабельных и воздушных линий, коммутационных аппаратов) на основе результатов расчётов режимов и токов КЗ;

расчёт и выбор уставок устройств релейной защиты линий и трансформаторов.

*Инновационные задачи:*

моделирование влияния работы солнечной электростанции на уровни напряжения и распределение потоков мощности в энергосистеме;

разработка и исследование алгоритмов работы системы релейной защиты цифровой подстанции в соответствии со стандартом МЭК 61850 и оценка её надёжности;

оценка технической эффективности применения технологий Smart Grid (например, устройств FACTS, систем накопления энергии) для повышения пропускной способности и устойчивости сети.

Глава 4. Технико-экономическое обоснование и охрана труда

В данной главе (5–10 страниц) рассматриваются экономическая целесообразность и безопасность предлагаемых технических решений.

*Технико-экономическое обоснование.* Оцениваются капитальные вложения, необходимые для реализации проекта (например, сооружение новой подстанции, замена устаревшего оборудования). Анализируются эксплуатационные расходы и ожидаемый экономический эффект (например, экономия за счёт снижения потерь электрической энергии). Определяются показатели экономической эффективности проекта, в том числе срок его окупаемости.

*Охрана труда и безопасность.* Анализируются опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при строительстве, монтаже и эксплуатации проектируемого объекта. Разрабатываются конкретные мероприятия по электробезопасности, пожарной безопасности и другим направлениям охраны труда и промышленной безопасности.

Заключение

Заключение (1–2 страницы) является разделом, в котором подводятся итоги выполненной работы. Оно должно быть логически связано с введением и продемонстрировать, каким образом были решены поставленные во введении задачи. В заключении:

кратко, чётко и в виде пронумерированного перечня формулируются основные результаты и выводы проведённого исследования;

каждый вывод должен быть обоснован расчётами и аналитическими материалами, приведёнными в основной части работы;

на основе полученных результатов формулируются конкретные практические рекомендации;

при необходимости указываются возможные направления дальнейшего развития исследуемой тематики и вопросы, требующие последующего научного изучения.

Список использованных источников

В данном разделе приводятся все информационные источники, использованные при подготовке работы (учебники, монографии, научные статьи, стандарты, патенты, интернет-ресурсы и др.). Список составляется в порядке упоминания источников в тексте. Оформление библиографических

записей осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003 и ГОСТ 7.0.5–2008 (см. Приложение 3).

Приложения

В приложения выносятся дополнительные материалы, избыточные по объёму для основного текста работы. К ним относятся:

крупноформатные графические материалы (чертежи, схемы форматов А3 или А1);

большие сводные таблицы результатов расчётов;

листинги программных кодов;

технические характеристики, каталожные данные и другие справочные материалы.

Каждое приложение начинается с новой страницы, в правом верхнем углу обозначается «Приложение 1», «Приложение 2» и т.д. и имеет собственное наименование.

Раздел 4. Требования к оформлению работы

Качественное содержание работы должно сопровождаться аккуратным и нормативно выверенным оформлением. Единообразие и корректность оформления являются важными показателями академической культуры и профессионализма автора. Приведённые ниже требования разработаны на основе синтеза действующих академических стандартов и являются обязательными для исполнения.

*Общие требования*

Работа должна быть набрана на компьютере и распечатана на одной стороне листа белой бумаги.

Таблица 2 – Основные параметры оформления текста

| Параметр | Требование | Обоснование / ссылка |
|---|---|---|
| Формат бумаги | А4 (210 × 297 мм) | Стандарт по ГОСТ 9327 |
| Поля | Верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, левое – 30 мм, правое – 15 мм | Увеличенное левое поле предусматривается для брошюровки; синтезированный стандарт |
| Шрифт | Times New Roman, 14 пт (для основного текста) | Наиболее распространённый и удобочитаемый академический шрифт |
| Межстрочный интервал | 1,5 | Обеспечивает хорошую читаемость текста |
| Абзацный отступ | 1,25 см (примерно 5 знаков) | Должен быть единообразным по всему тексту |

| | | |
|---|---|---|
| Выравнивание текста | По ширине | Придаёт документу аккуратный и официальный вид |
| Нумерация страниц | Арабскими цифрами, в правом нижнем углу страницы. Нумерация начинается с титульного листа, однако номер на титульном листе и на листе с заданием не проставляется. Первый видимый номер (3) ставится на странице «Содержание». | Соответствует стандартным академическим требованиям |

**Нумерация структурных элементов**

**Разделы и главы.** Нумерация разделов и глав выполняется арабскими цифрами. После номера главы точка не ставится (например, *1 ГЛАВА*). Подразделы обозначаются двойной нумерацией (например, *2.1*, *2.2*).

**Рисунки.** Каждый рисунок должен размещаться как можно ближе к месту первого упоминания в тексте. Рисунки нумеруются последовательно в пределах каждой главы (например, *Рисунок 2.1* — первый рисунок второй главы). Номер и наименование рисунка приводятся под рисунком.

**Таблицы.** Таблицы, аналогично рисункам, нумеруются последовательно в пределах каждой главы (например, *Таблица 3.1* — первая таблица третьей главы). Номер таблицы указывается в правом верхнем углу, а её наименование размещается над таблицей.

**Формулы.** Формулы располагаются по центру строки, их номера приводятся в круглых скобках у правой границы строки. Нумерация формул также ведётся в пределах каждой главы (например, *(1.1)* — первая формула первой главы). Пояснение обозначений, входящих в формулу, даётся непосредственно после неё. Например:

$$\Delta P = \frac{\mathrm{R}(P^2+Q^2)}{U_{\text{ном}}^2} \qquad (1.1)$$

где P – активная мощность, МВт; Q – реактивная мощность, Мвар; $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение, кВ; R – активное сопротивление линии, Ом.

**Графический материал**

Все схемы, чертежи, графики и диаграммы должны выполняться с использованием специализированных программных средств (AutoCAD, Visio, MATLAB, Microsoft Excel и др.) в высоком качестве, чётко и разборчиво. Надписи и условные обозначения на графическом материале должны быть легко читаемыми и соответствовать требованиям стандартов.

**Оформление ссылок**

При обращении к работам других авторов, информационным источникам или стандартам в тексте указывается номер источника в списке использованной литературы в квадратных скобках. Например: «Методы анализа устойчивости электроэнергетических систем подробно рассмотрены в [5]».

Раздел 5. Процедура защиты выпускной квалификационной работы

Защита выпускной квалификационной работы (ВКР) является завершающим и наиболее ответственным этапом государственной итоговой аттестации. В ходе защиты студент представляет результаты проведённого исследования Государственной аттестационной комиссии (ГАК) и обосновывает их научную и практическую значимость.

Подготовка к защите

Успешная защита требует тщательной предварительной подготовки.

**Завершение работы и получение отзыва научного руководителя.** Полностью завершённая, оформленная и переплетённая работа передаётся научному руководителю не позднее чем за 10 рабочих дней до даты защиты. Научный руководитель проверяет работу, составляет письменный отзыв и принимает решение о допуске студента к защите.

**Получение рецензии.** После допуска научного руководителя работа передаётся рецензенту (не позднее чем за 7 рабочих дней до защиты). Рецензент готовит письменную рецензию на ВКР. Студент должен ознакомиться с рецензией не позднее чем за 2 дня до защиты и подготовить ответы на содержащиеся в ней замечания и вопросы.

**Подготовка документов.** Для допуска к защите на кафедру представляются следующие документы: переплетённая ВКР, письменный отзыв научного руководителя, рецензия, а также справка (отчёт) о прохождении проверки работы в системе антиплагиата.

Подготовка материалов к защите

*Защитное выступление (доклад)*

Доклад представляет собой устное сообщение продолжительностью 7–10 минут, в котором кратко, чётко и логически последовательно излагается основное содержание выполненной работы. Рекомендуемая структура доклада:

**Введение.** Приветствие членов ГАК, представление студента, объявление темы работы и обоснование её актуальности.

**Основная часть.** Краткое изложение цели и задач исследования, характеристика объекта и применённых методов. Особое внимание уделяется представлению основных результатов, расчётов и моделирования с отсылкой к графикам, таблицам и схемам.

**Заключение.** Формулировка основных выводов и практических рекомендаций по результатам работы.

Доклад следует предварительно неоднократно отрепетировать, отработав чёткое соблюдение регламента по времени.

*Презентация*

Презентация (10–15 слайдов) служит визуальным сопровождением доклада и облегчает восприятие материала членами комиссии. Презентация подготавливается в программе Microsoft PowerPoint или аналогичном программном обеспечении.

Рекомендуемая структура презентации:

**Слайд 1.** Титульный слайд (наименование вуза, факультета и кафедры; тема ВКР; ФИО студента; ФИО научного руководителя; город, год).

**Слайд 2.** Актуальность работы, цель и задачи исследования.

**Слайды 3–4.** Описание объекта исследования (структурная схема, основные параметры).

**Слайды 5–12.** Основные результаты расчётов и моделирования: ключевые схемы, графики, диаграммы, таблицы. Информация на каждом слайде должна быть краткой, чёткой и легко воспринимаемой.

**Слайды 13–14.** Основные выводы и итоги работы.

**Слайд 15.** Заключительный слайд: «Спасибо за внимание!».

Презентация должна соответствовать академическому стилю, избегать избыточного текста, сложной анимации и чрезмерно ярких цветовых решений.

Процесс защиты

Защита ВКР проводится на открытом заседании Государственной аттестационной комиссии.

Председатель ГАК объявляет начало заседания, представляет студента и оглашает тему его выпускной квалификационной работы.

Студенту предоставляется слово для доклада (7–10 минут).

По завершении доклада члены ГАК и присутствующие на заседании задают вопросы по содержанию работы. Студент должен давать чёткие, краткие и аргументированные ответы.

Заслушиваются письменный отзыв научного руководителя и рецензия на ВКР.

Студенту предоставляется возможность ответить на замечания, изложенные в рецензии.

Итоговая оценка по результатам защиты определяется на закрытом заседании ГАК и объявляется студентам в тот же день. При выставлении оценки учитываются качество содержания ВКР, уровень доклада, полнота и обоснованность ответов на вопросы, а также оценочные суждения, содержащиеся в отзыве научного руководителя и рецензии.