



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский государственный
энергетический университет»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению
выпускной квалификационной работы
по программе бакалавриата
направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
профиль «Электроснабжение»**

для студентов очной и заочной форм обучения

Казань 2018

УДК 378.14
ББК 70/88
М 54

Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы по программе бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение»//Сост.: Е.И. Грачева, Н.К. Мифтахова, А.Г. Логачева – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2018 – 22с.

В пособии представлены основные требования к структуре и содержанию выпускной квалификационной работы, примерная тематика выпускных квалификационных работ, порядок защиты и критерии оценки квалификационных работ выпускников по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение».

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является заключительным этапом проведения аттестационных испытаний (государственных аттестационных испытаний) и имеет своей целью систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений, оценку сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электроснабжение».

Цели выполнения ВКР:

- систематизация, закрепление и расширение полученных теоретических и практических знаний, приобретение опыта применения этих знаний при решении научных, технических и производственных задач;

- развитие навыков ведения самостоятельной работы, изучения необходимой литературы, работы с каталогами, нормами технологического проектирования, правилами устройств электротехнических установок, ГОСТами и другими первичными источниками;

- проведение самостоятельных исследований и экспериментов;

- повышение уровня использования компьютерной техники для решения поставленных задач и вопросов, а также для графического оформления результатов проектирования, расчетов и экспериментов;

- совершенствование навыков в проведении технико-экономического анализа при обосновании технических решений.

Выпускная квалификационная работа представляет собой законченную разработку в профессиональной области, в которой:

- произведен расчет не менее 2-х вариантов схем систем электроснабжения, по произведенным расчетам выбрано основное оборудование, произведено технико-экономическое сравнение вариантов схемы электроснабжения;

- проводится выбор напряжений питающей и распределительной сети, выбор числа и мощности трансформаторов на ГПП, коммутационного, контрольно-

измерительного и защитного оборудования схемы электроснабжения, входящую в проектируемую систему электроснабжения, на основе расчетов токов КЗ с учетом номинальной нагрузки;

– проводится разработка раздела безопасности жизнедеятельности в соответствии с темой выпускной квалификационной работы;

– анализируются современные вопросы и проблемы электроэнергетики и прорабатывается специальная часть работы, основанная на актуальных данных научно-технической литературы и исследованиях студента в области проводимой работы.

Руководителями бакалаврских ВКР назначаются профессора, доценты кафедры, а также старшие преподаватели, имеющие опыт научной или практической деятельности.

В обязанности руководителя ВКР входят:

- совместно с обучающимся составить и выдать задание на ВКР не позднее чем за 10 дней до начала выполнения ВКР;

- оказать обучающемуся помощь в разработке календарного плана- графика на выполнение ВКР;

- по возможности рекомендовать обучающемуся необходимую основную литературу, справочно-нормативные и другие источники по теме ВКР;

- проводить в соответствии с планом-графиком консультации;

- контролировать ход выполнения работы и нести ответственность за ее своевременное и качественное выполнение до момента защиты;

- проверять текст работы по мере написания отдельных разделов, делать замечания и указывать на недостатки для своевременного их устранения обучающимся;

- информировать заведующего выпускающей кафедрой о длительном отсутствии обучающегося в период работы над ВКР, о критических отклонениях от графика выполнения ВКР;

- давать объективный отзыв на ВКР не позже чем за 14 дней до защиты

В общем случае подготовка ВКР включает следующие этапы:

- ознакомление с основными требованиями, предъявляемыми к ВКР;
- выбор темы работы и назначение научного руководителя;
- составление плана работы, подбор необходимых нормативных документов, актов и научной литературы, а также, соответствующего фактического материала;
- написание и оформление ВКР в соответствии с установленными требованиями (на основе обработки и анализа полученной информации с применением современных методов исследования, обязательной формулировкой выводов, предложений и рекомендаций);
- подготовка к защите ВКР;
- подготовка материалов работы к сдаче на выпускающую кафедру;
- непосредственная защита ВКР;

Тематика и содержание ВКР бакалавра должны соответствовать видам и задачам его профессиональной деятельности, уровню компетенций, обозначенному в ФГОС, базе преддипломной практики. Темы могут быть заявлены профильными предприятиями и организациями. В работе следует использовать конкретный материал предприятия, являющегося базой практики.

Тему ВКР назначает руководитель. Но студенту предоставляется право самостоятельного выбора темы работы. Выбор производится на основании, имеющегося на выпускающей кафедре утвержденного перечня направлений для выбора тем. Перечень является примерным, студент может предложить свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Тематика ВКР должна отражать как теоретическую, так и практическую направленность исследования.

Темы ВКР обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Закрепление темы ВКР за студентом оформляется приказом ректора по представлению кафедры.

Для защиты ВКР каждый студент должен представить

- **пояснительную записку;**
- **графическую часть:** чертежи (плакаты), выполненные в соответствии с приведенными ниже требованиями в бумажном варианте и электронном виде;

сопроводительную документацию: отзыв руководителя (2 экз.); заключение о степени оригинальности текста, подписанный руководителем; копии тезисов докладов на научных конференциях, семинарах и пр. (если имеются); акт внедрения результатов ВКР или акт использования результатов ВКР (желательно); пояснительную записку и графическую часть в электронном виде (файл PDF) с отсканированным титульным листом.

1. СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Структурными элементами ВКР являются:

- титульный лист (бланк КГЭУ) (Приложение 1);
- задание на выполнение ВКР (бланк КГЭУ) (Приложение 2);
- оглавление (Приложение 3);
- введение (1–2 страницы);
- раздел Проектирование системы электроснабжения;
- раздел Охраны труда;
- специальный вопрос;
- раздел Проектирование освещения цеха (по согласованию с руководителем);
- заключение (1–2 страницы);
- список публикаций обучающегося (при наличии);
- список использованных источников и литературы.

Ориентировочный объем ВКР в среднем должен составлять 90-120 страниц (без приложений).

2. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ВКР

В ВКР излагаются результаты работы, проделанной студентом в процессе расчета проектируемой системы электроснабжения и обоснования выбора оборудования, применяемые студентом в своей работе. Изложение материала должно четко отражать самостоятельную работу автора проекта. Если в проекте используется материал других авторов, то должна быть ссылка на соответствующий источник.

Выбор метода проектирования, того или иного расчета, принимаемые решения должны кратко, но убедительно обосновываться. Не рекомендуется обосновывать общеизвестные и очевидные положения.

Титульный лист ВКР оформляется на специальном бланке, который выдается на кафедре. Тема ВКР должна полностью соответствовать теме, утвержденной приказом.

Задание на работу (проект) оформляется на специальном бланке, который выдается на кафедре, содержание разрабатывается и выдается руководителем. Оно содержит все разделы, подлежащие разработке в проекте. Тема ВКР должна полностью соответствовать теме, утвержденной приказом. Задание, оформленное на специальном бланке КГЭУ, подшивается после титульного листа.

Оглавление включает в себя введение, все разделы, подразделы и пункты основной части пояснительной записки, заключение, список литературы и приложения, формулировки заголовков в тексте записки и в оглавлении должны строго соответствовать друг другу. В конце каждого пункта оглавления указывается номер страницы, на которой начинается изложение материала раздела, подраздела и т.д.

Введение. Во введении должна быть отражена актуальность темы, определены методы решения поставленной задачи и точно сформулирована цель работы (объем 1 – 2 стр.).

Основная часть. В основной части пояснительной записки излагаются основные технические решения, принятые в работе, приводятся требуемые математические расчеты и полученные результаты, а также проводится их анализ. Основная часть делится на разделы, представленные в содержании и являющиеся законченной частью этапа работы.

Заключение. В заключении формулируются главные выводы, показывающие достигнутый уровень при решении поставленной задачи (объем 1 – 2 стр.).

Список использованных источников и литературы должен содержать библиографические сведения об источниках, использованных при выполнении работы, включая ссылки на патенты и интернет-источники. В него необходимо включать только источники, на которые были сделаны ссылки в тексте работы. В тексте не должно быть ссылок на источники, которые отсутствуют в списке литературы. Списки составляются в алфавитном порядке или по мере упоминания (по порядку номеров ссылок на источники) и включают учебники, учебные пособия, научные статьи, патенты. Допускается привлечение материалов и данных, полученных с официальных сайтов Интернета.

В приложения включаются материалы (таблицы, генеральный план и полная схема электроснабжения варианта, не прошедшего по ТЭР, результаты экспериментов и расчетов, схемы, распечатки программ), подтверждающие выводы и рекомендации работы.

На каждое приложение должна иметься ссылка в тексте ВКР. Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова "Приложение", напечатанного прописными буквами.

3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Графический материал является обязательным и должен составлять 4-6 листов формата А1. Чертежи должны соответствовать ГОСТу Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Чертежи выполняются в любом графическом редакторе или вручную с использованием чертежных шрифтов, правил нанесения на чертежах надписей и др. по ГОСТ 2.109-73 (Основные требования к чертежам). Расположение листов чертежей допускается как книжное, так и альбомное.

Обязательно требуется осуществлять привязку чертежей к разделу, подразделу, пункту путем их соответствующей нумерации. Под каждым чертежом необходима краткая поясняющая запись.

Графические материалы могут быть представлены в виде презентации.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВКР

Расчетно-пояснительная записка пишется студентом и набирается на компьютере со строгим соблюдением требований к текстовой документации. Текст ВКР должен быть выполнен на листах формата А4 (210×297 мм) в режиме односторонней печати. Текст набирается на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word. Для набора текста рекомендуется использовать шрифт – Times New Roman, размер шрифта (кегель) 14 пт., цвет шрифта – черный. Абзацный отступ (отступ первой строки) выполняется одинаковым по всему тексту и равен значению – 1,25, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание текста – по

ширине. Размеры полей страницы: правое – 10 мм, левое, верхнее и нижнее – 25 мм. Каждый самостоятельный раздел записки следует начинать с новой страницы. Заголовки разделов печатаются в середине строки, а подразделов и пунктов с абзаца без подчеркивания. Сокращения и переносы слов в заголовках разделов, подразделов и пунктов не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится. Название разделов следует печатать прописными буквами.

Разделы основной части пояснительной записки должны иметь порядковую нумерацию арабскими цифрами с точкой. Все элементы внутри раздела – подразделы, рисунки, таблицы, формулы – обозначают двумя числами, написанными арабскими цифрами и разделенными точкой (а в заголовках и в подрисуночных надписях после указанного номера ставят еще одну точку). Первое число показывает номер раздела, а второе – очередной номер подраздела, рисунка, таблицы, формулы, например: 1.1. Определение категории потребителей и характеристики окружающей среды помещений в каждом цехе – означает, что это первый подраздел первого раздела. Пункты нумеруются в пределах подраздела. Номер пункта включает в себя номер раздела, подраздела и очередного пункта, разделенных точкой, например: 3.2.3. Сравнительный анализ трансформаторных масел.

Страницы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации по всей записке. Титульный лист и задание на работу (проект) включаются в общую нумерацию страниц, но номер на них не ставится.

5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР

Выпускникам предлагается следующая примерная тематика ВКР для направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электроснабжение»:

1. Электроснабжение МУП «Водоканал»
2. Электроснабжение завода тяжелого машиностроения

3. Электроснабжение АО "Глазовский завод Metallist"
4. Электроснабжение ООО "Инвент"
5. Электроснабжение группы цехов № 1 Казанского Авиационного Завода им. С.П. Горбунова-Филиал ПАО «Туполев»
6. Электроснабжение ООО «КамЭнергоРемонт»
7. Электроснабжение электромашиностроительного завода
8. Электроснабжение АО "НПО "Радиоэлектроника" им. В.И. Шимко"
9. Электроснабжение ПАО "Татнефть"
10. Электроснабжение холодильного комбината
11. Электроснабжение группы цехов № 1 ПАО "Казанский вертолетный завод"
12. Электроснабжение группы цехов № 1 ОАО "Кукморский валяльно-войлочный комбинат"
13. Электроснабжение группы цехов № 1 ООО «Буинский машиностроительный завод»
14. Электроснабжение Станкоинструментального завода АО «Производственное Объединение Елабужский автомобильный завод», ООО «ПРОФИТ-СЕРВИС»
15. Электроснабжение группы цехов № 1 АО "Завод Электрон"
16. Электроснабжение АО «ПО ЕлАЗ»
17. Электроснабжение АО НПО "Опытно-конструкторское бюро имени М.П. Симонова"
18. Электроснабжение ООО ПКФ «Восток-Энерго»
19. Электроснабжение ОАО "СургутНефтеГаз"
20. Электроснабжение ООО "Победа"

6. Порядок защиты выпускной квалификационной работы

Защита ВКР осуществляется в сроки, определенные графиком учебного процесса. Защита ВКР осуществляется в аудиториях университета, либо в режиме онлайн или на предприятиях отрасли.

Полностью оформленная ВКР должна пройти нормоконтроль. Задача нормоконтроля – проверка соответствия ВКР нормам и требованиям, установленным Положением о написании и защите ВКР, Методическими рекомендациями.

Не позднее, чем за две недели до защиты ВКР, кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий» организует предварительную защиту, на которой студент докладывает о результатах своей работы над ВКР.

ВКР должна быть проверена на степень оригинальности текста, результаты проверки отражаются в заключении, подписанном руководителем.

При наличии к работе рекомендуется приложить акт внедрения результатов ВКР или акт использования результатов ВКР.

Полностью оформленную ВКР студент сдает руководителю за 7-9 дней до предстоящей защиты. В случае неудовлетворительного состояния подготовки студента к защите руководитель письменно сообщает об этом заведующему кафедрой как минимум за 5 дня до заседания ГЭК. ВКР должна быть представлена на подпись заведующему кафедрой для допуска к защите не позднее, чем за 5 дня до заседания ГЭК. На основании анализа содержания ВКР и после прохождения предварительной защиты, заведующий выпускающей кафедрой решает вопрос о допуске к защите ВКР.

Допуск на защиту осуществляется приказом по учебному заведению после успешного прохождения предварительной защиты на кафедре и подписи заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки.

Для защиты ВКР каждый студент должен представить

- выпускную квалификационную работу;
- отзыв руководителя (2экз);
- заключение о степени оригинальности текста, подписанное руководителем;
- выпускную квалификационную работу в электронном виде (файл формата PDF) с отсканированным титульным листом;
- копии тезисов докладов на научных конференциях, семинарах и пр. (при наличии);
- акт внедрения результатов ВКР или акт использования результатов ВКР в

работе предприятия или учреждения (при наличии).

ВКР подписывается обучающимся, руководителем, заведующим выпускающей кафедрой.

Все документы вкладываются в папку.

Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК. Время защиты объявляется заранее. На защиту приглашаются руководители и все желающие.

Защита состоит из следующих этапов:

1) сообщение секретаря экзаменационной комиссии о теме ВКР, руководителе, студенте (Ф.И.О., группа);

2) доклад студента - не более 10 минут. Для защиты ВКР должна быть подготовлена мультимедиа-презентация. Для защиты ВКР должны быть подготовлена графическая часть в электронном виде и на бумажном носителе в формате А-1. В своем докладе студент раскрывает актуальность выбранной темы, основную цель и обусловленные ею конкретные задачи, обосновывает выводы, полученные результаты и их практическое использование. Научно-практическую значимость исследования подтверждается полученными результатами;

3) отзыв руководителя;

4) вопросы членов комиссии, а также присутствующих на защите преподавателей, ответы автора ВКР на вопросы (отводится до 10 минут).

В отзыве руководителя должна содержаться характеристика, насколько самостоятельно, творчески относился студент к выполнению своей работы, отмечено соответствие работы требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника».

Оценка ВКР по пятибалльной системе принимается ГЭК на закрытом заседании простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании. При равном числе голосов голос председателя является решающим.

Каждым членом ГАК ВКР и результат ее защиты на заседании ГАК оценивается по показателям, представленным в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Качество и уровень ВКР бакалавра

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Актуальность тематики и ее значимость и актуальность	
2	Оценка методики выполнения ВКР	
3	Оценка теоретического содержания работы (использованы известные решения, новые теоретические модели и решения)	
4	Использование компьютерных технологий	
5	Апробация и публикация результатов работы (доклад на конференции: внутривузовской, региональной, всероссийской, международной; публикация: во внутривузовском, региональном, общероссийском журнале; патент на изобретение и полезную модель). <i>Наличие публикации и ее качество могут повлиять на оценку ВКР.</i>	
6	Внедрение (рекомендовано ГАК к внедрению, принято к внедрению, внедрено)	
7	Качество оформления ВКР (рукописи: структура, логичность, ясность и стиль изложения материала, оформление списка литературы, наличие стилистических, грамматических и орфографических ошибок и т. д.; чертежей и иллюстративных материалов: ручная графика, компьютерная графика, цветная графика и т.д.)	
	<i>Интегральный балл оценки ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

Таблица 2

Качество защиты ВКР бакалавра

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Качество доклада на заседании ГАК (логичность, последовательность, обоснованность и др.)	
2	Правильность и аргументированность ответов на вопросы	
3	Эрудиция и знания в области профессиональной деятельности	
4	Свобода владения материалом ВКР	
	<i>Интегральный балл оценки защиты ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

Суммарный балл оценки члена ГЭК определяется как среднее арифметическое из двух интегральных баллов: оценки ВКР и оценки ее защиты.

Суммарный балл оценки ГЭК определяется как среднее арифметическое из баллов оценки членов ГЭК с учетом отзыва руководителя ВКР. Указанный балл округляется до ближайшего целого значения. При значительных расхождениях в баллах между членами ГЭК оценка ВКР и ее защиты определяется в результате закрытого обсуждения на заседании ГЭК.

При балле 2 – «неудовлетворительно» – требуется переработка ВКР и повторная защита.

При балле 3 – «удовлетворительно».

При балле 4 – «хорошо».

При балле 5 – «отлично».

После окончания закрытого заседания председатель ГЭК сообщает студентам решение комиссии, включая полученные оценки за проделанную работу.

Результаты ВКР могут быть рекомендованы к публикации, внедрению, участию в конкурсе.

В случае несогласия с результатом государственной итоговой аттестации может быть подана апелляция в апелляционную комиссию.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Структура выпускной квалификационной работы	7
2. Требования к структурным элементам выпускной квалификационной работы.....	7
3. Графическая часть работы	9
4. Рекомендации по оформлению выпускной квалификационной работы	9
5. Примерная тематика ВКР.....	10
6. Порядок защиты выпускной квалификационной работы.....	11
7. Приложения.....	17

Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Ф.И.О. консультанта, место работы

Календарный план

Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Отметка о выполнении

Передача обучающимся электронного варианта ВКР научному руководителю для размещения в ЭБС КГЭУ не позднее трех дней до даты защиты ВКР.

Научный руководитель _____
подпись фамилия и.о.

Задание принял к исполнению _____
подпись обучающегося дата

Подготовка ВКР бакалавра завершена «___» _____ 20__ г.

Пояснительная записка, графический и демонстрационный материалы просмотрены.

Оценки консультантов:

оценка подпись фамилия и.о. консультанта

Считаю возможным допустить обучающегося к предзащите ВКР _____
Фамилия И.О. обучающегося

Научный руководитель _____
подпись

Электронный вариант ВКР передан на кафедру.

Зав. кафедрой _____
подпись

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Задание на ВКР.....	6
Раздел 1. Проектирование системы электроснабжения.....	7
1.1. Определение категории потребителей и характеристики окружающей среды помещений в каждом цехе.....	7
1.2. Расчетные электрические нагрузки подразделений и предприятия....	9
1.3. Выбор напряжений питающей и распределительной сети.....	15
1.4. Определение типа приемной подстанции (ГПП или ГРП).....	22
1.5. Выбор числа и мощности трансформаторов на ГПП.....	26
1.6. Выбор сечения воздушной линии, питающей завод.....	31
1.7. Распределение нагрузки по пунктам питания (РУ 6 кВ, РП-0,4 кВ, ТП 6-10/0,4).....	37
1.8. Токи короткого замыкания на шинах напряжением выше 1 кВ ГПП.....	45
1.9. Компенсация реактивной мощности нагрузки в системах электроснабжения промышленных предприятий.....	67
1.10. Определение типа ТП, количества и мощности трансформаторов цеховых ТП и их местоположение.....	73
1.11. Выбор сечений кабельных линий распределительной сети.....	79
1.12. Выбор конструктивного исполнения ГПП, ТП, РУ 6-10 кВ.....	83
1.13. Выбор электрических аппаратов и ККУ 10 кВ.....	85
1.14. Составление 2 вариантов схем. Проведение ТЭР по выбору схемы электроснабжения. Определение затрат по каждому варианту схемы (ТЭР).....	90
1.15. Описание принятой схемы электроснабжения.....	92
Раздел 2. Безопасность жизнедеятельности.....	95
Раздел 3. Спецвопрос. Диагностика трансформаторного оборудования.....	100
Раздел 4. Проектирование освещения цеха (по согласованию с руководителем)	
Заключение.....	119
Список используемой литературы.....	120

Учебное издание
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по программе бакалавриата
направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль
«Электроснабжение»

Для студентов очной и заочной формы обучения

Составители: Грачева Е.И.,
Мифтахова Н.К.,
Логачева А.Г.

Кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий» (КГЭУ)

Редактор издательского отдела

Компьютерная верстка

Подписано в печать

Формат 60x84/16. Бумага «Business». Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.

Усл.-печ. л. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066, Казань, Красносельская, 51