

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.РАЗЗАКОВА**

Кафедра «Электромеханика»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА ПО ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ**

**Методические указания по подготовке и защите выпускной
квалификационной работы студентами направления 640200
«Электроэнергетика и электротехника», профиль
«Электромеханика»**

Бишкек 2015

«Рассмотрено»
На заседании кафедры
«Электромеханика»
Прот. № 9 от 20.05.2015 г.

«Одобрено»
Методическим Советом
Энергетического факультета
Прот. № 8 от 26.05.2015 г

УДК 621.313

Составитель: И.В. Бочкарев

Выпускная квалификационная работа по электромеханике. Методические указания по подготовке и защите выпускной квалификационной работы студентами направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электромеханика» /КГТУ им. И. Раззакова; Сост.: И.В. Бочкарев / - Б.: ИЦ «Текник», 2015. - 24 с.

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.

Библиогр.: 10 назв.

Рецензент к.т.н., доцент Гунина М. Г.

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 работой (ВКР), а также с требованиями по ее оформлению и порядком их защиты перед ГАК. Методическое указание составлено с учетом многолетнего опыта работы кафедры «Электромеханика» КГТУ и методических рекомендаций других вузов. Оно отвечает требованиям Государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 640200 "Электроэнергетика и электротехника" по профилю «Электромеханика». 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 самостоятельностью 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 графику учебного процесса 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 ЭМ и других высококвалифицированных специалистов.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ 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 «Электромеханика» направления 640200 «Электроэнергетика и электротехника».

Целью выпускной ВКР бакалавра является определение универсальных и профессиональных компетенций бакалавра, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач в области ЭПЭ, установленных Государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по направлению 640200 "Электроэнергетика и электротехника" по профилю «Электромеханика», 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 аттестацией выпускников ВУЗа и предназначена для определения практической и теоретической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, установленных Государственным образовательным стандартом подготовки бакалавров по профилю «Электромеханика», и продолжению образования в магистратуре.

При выполнении ВКР студент демонстрирует:

- знания принципов действия, устройства и технических характеристик электрических машин, аппаратов и приборов различных электромеханических систем, 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.

ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Тематика ВКР должна быть актуальной и соответствовать задачам, современному уровню и перспективам развития электромашиностроения. При выборе темы работы необходимо учитывать место прохождения преддипломной практики с тем, чтобы проекты соответствовали реальным практическим задачам, которые решаются заводами, НИИ и КБ по созданию, совершенствованию электрических машин, их исследованию, технологии и организации производства.

Темой ВКР является, как правило, разработка новой электрической машины или модернизация выпускаемой машины с целью улучшения ее технико-экономических показателей на основе использования прогрессивных материалов и технологий, а также новых перспективных конструкций.

Темы определяются кафедрой ЭМ с учетом личных пожеланий студентов и утверждаются приказом по КГТУ. Тематика работ по содержанию исходных данных задания на разработку не должна повторять ранее выполненные работы. Темы ВКР могут быть предложены кафедрой или самими студентами.

ВКР бакалавра может быть выполнена на базе материалов курсовых проектов по дисциплинам 7 и 8 семестров. ВКР должна содержать обзорную часть, отражающую общую профессиональную эрудицию автора, и самостоятельную исследовательскую часть, выполненную студентом.

СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная работа будущего бакалавра является его квалификационной работой и должен иметь комплексный характер и содержать элементы новизны.

Кафедра «Электромеханика» КГТУ специализирует своих выпускников по профилю "Расчет и конструирование электрических машин". Поэтому в выпускной работы студент разрабатывает заданную электрическую машину (трансформатор; асинхронный двигатель; синхронный генератор или двигатель; коллекторный двигатель и т.п.). При этом, однако, вопросы технологии производства разрабатываемой машины, а также ее эксплуатации и ремонта, должны найти всестороннее освещение в проекте. Указанным вопросам может быть посвящена также и специальная часть проекта.

Выпускная квалификационная работа охватывает комплексно все основные виды работ, проводимых при проектировании электрической машины, разработке ее технологии и ряду других вопросов деятельности электромеханика.

Выпускная работа состоит из двух частей: расчетной части в виде расчетно-пояснительной записки и графической части в виде конструкторско-технологических чертежей.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие основные разделы:

1. Оглавление.
2. Задание на выпускную работу.
3. Введение.
4. Электромагнитный расчет (выбор основных конструктивных решений и материалов, расчет геометрии и обмоточных данных машины, расчет магнитной цепи и электромагнитных параметров, расчет рабочих и пусковых характеристик и т.д.).
5. Тепловой расчет.
6. Вентиляционный расчет (при необходимости).
7. Техническое описание конструкции и механический расчет.
8. Специальная часть (преимущественно оригинального исследовательского характера).
9. Технологическая часть (описание технологического процесса изготовления какого-либо узла машины с разработкой маршрутных карт).
10. Патентные исследования.
11. Заключение.
12. Список литературы.
13. Приложения (при необходимости).

Расчетно-пояснительная записка может также содержать раздел по БЖД (охрана труда, экология и т.п., преимущественно с привязкой к технологической части проекта). При необходимости, в зависимости от тематики работы, в нее вводятся дополнительные разделы (например, разработка алгоритмов и программ расчета, разработка систем регулирования и стабилизации параметров, изготовление лабораторных стендов, экспериментальные исследования и т.д.).

Объем расчетно-пояснительной записки обычно составляет в среднем 80-90 страниц. При этом возможны некоторые отклонения ее объема, как в сторону увеличения, так и уменьшения.

Графическая часть должна содержать не менее 4 листов формата А1, содержащих общий вид спроектированной машины, детализовку ее основных узлов и деталей, выходные характеристики, а также, при необходимости, плакат по специальной или технологической части. Чертежи выполняются на компьютере в любом графическом редакторе (AutoCAD, Компас, CorelDRAW и др.) в соответствии с требованиями ЕСКД.

По решению кафедры содержание и структура выпускной работы могут быть изменены. Например, предметом разработки может быть

электромеханическая система, содержащая электродвигатель и систему его управления.

Приступая к работе, студент должен четко представлять себе, что создание новой электрической машины с оптимальными показателями - это сложная комплексная задача, разрешаемая на предприятиях в НИИ и КБ деятельностью специалистов различного профиля. Поэтому при разработке проекта студент может выполнить только отдельные элементы этих работы.

При выполнении ВКР студент должен в полном объеме реализовать и продемонстрировать уровень своей подготовки по всем направлениям деятельности бакалавра-электромеханика при решении современных и перспективных задач электромашиностроения, применения технологий с использованием автоматизированных и гибких производств, использования компьютерной техники и САПР для решения научных и практических задач по созданию новых машин.

Магистральными направлениями научно-технического прогресса в электромеханике являются: повышение технико-экономических показателей новых электрических машин и систем их управления; снижение их металлоемкости; улучшение систем охлаждения; повышение качества, надежности и долговечности. Необходимо учитывать, что все вновь создаваемые машины должны быть конкурентоспособными на мировом рынке и, соответственно, должны быть патентночистыми и патентоспособными. Поэтому в пояснительной записке обязательным является раздел по патентным исследованиям.

При составлении пояснительной записки выпускной работы необходимо руководствоваться следующими рекомендациями по содержанию ее разделов.

Введение. В этом разделе рекомендуется отразить задачи отечественного электромашиностроения. Необходимо обосновать актуальность темы дипломного проекта, подчеркнуть характерные и отличительные черты задания на проектирование, элементы новизны и экономической целесообразности поставленной задачи.

Электромагнитный расчет. В начале этого раздела следует указать те исходные данные задания, которые необходимы для выполнения электромагнитного расчета. Следует также подчеркнуть особенности проектируемой машины, условия и режимы ее работы и т.д. Необходимо указать, какие методики расчета будут использоваться и почему приняты именно эти методики.

Электромагнитный расчет следует подразделять на два этапа: предварительный поисковый расчет с выбором геометрии активной части и обмоточных данных машины; поверочный электромагнитный расчет с расчетом выходных параметров и характеристик и сравнение их с исходным заданием.

В разделе поискового расчета делается несколько прикидочных расчетов возможных вариантов и обосновывается выбор окончательного варианта геометрии сердечника машины, размеров пазов и зубцов, а также обмоточных данных. При этом обязательно следует выполнить сравнительный анализ с

имеющимися аналогами, оценить технологичность принятого варианта и ожидаемой технико-экономические преимущества. На этом этапе расчета определяются все размеры сердечника машины, размеры коллектора, контактных колец, щеток, обмоточные данные и т.д..

После завершения поискового расчета переходят к выполнению поверочного электромагнитного расчета. Его целью является расчет магнитной цепи машины, определение сопротивлений и других параметров обмоток машины. Находятся параметры эквивалентной схемы замещения для рабочего и пускового режимов работы. Рассчитываются аналитическим путем и строятся рабочие характеристики машины и по ним определяются окончательные значения номинальных данных проектируемой машины.

Для асинхронных двигателей рассчитываются показатели пускового момента и пускового тока, максимального момента и критического скольжения. Для однофазных асинхронных двигателей определяют параметры пусковых и рабочих конденсаторов в зависимости от принятой схемы включения обмоток двигателя.

Для синхронных машин находят постоянные времени обмоток, сверхпереходные и переходные сопротивления машины в режиме КЗ и другие показатели.

Для коллекторных машин определит диапазоны регулирования частоты вращения, параметры коммутации и другие характеристики и параметры.

Для трансформаторов определяют параметры холостого хода и короткого замыкания, изменение напряжения при нагрузке, зависимость КПД от коэффициента нагрузки и т.д.

Если полученные результаты оказываются хуже, чем требуемые по заданию, то в этом случае необходимо провести поиск нового более рационального варианта машины, который бы удовлетворял всем условиям задания на разработку.

Студент должен четко представлять себе, что создание новой электрической машины с оптимальными показателями - это сложная комплексная задача, иногда не во всем полностью разрешаемая. Конечно, наиболее оптимальное решение здесь достигается лишь в результате проведения расчетов, конструктивных проработок, сравнения нескольких вариантов и испытаний экспериментальных образцов машин, иногда может выявиться необходимость тех или иных корректировок в уже ранее принятое решение. А это потребует приведения повторных уточняющих расчетов.

Раздел проекта по электромагнитному расчету машины является основополагающим и, как правило, наиболее трудоемким. Его результаты во многом определяют реальную значимость всего проекта.

Вентиляционный, тепловой и механический расчеты выполняются с целью оценки работоспособности разработанного двигателя. Они проводятся после выполнения чертежа общего вида спроектированной машины с учетом размеров, полученных в электромагнитном расчете.

Вентиляционный и тепловой расчеты следует выполнять с учетом: режима работы машины; продолжительности цикла работы; числа пусков и

реверсов; относительной продолжительности включения; регулировании частоты вращения; особенностей конструкции машины и т.д.

Необходимо выявить наиболее напряженный в отношении нагрева режим работы и для него сделать полный тепловой расчет с определением превышений температуры тех частей машины, которые регламентируются ГОСТом или заданием на разработку проекта. Следует помнить, что отсутствие достаточных запасов по нагреву нежелательно. Технически и экономически неоправданным будет и получение излишне завышенных запасов по нагреву для принятого класса нагревостойкости изоляции обмоток.

После завершения электромагнитного, вентиляционного и теплового расчетов выполняется более детальная конструктивная проработка общего вида проектируемой машины. При этом с учетом конструктивных и технологических соображений может выявиться необходимость или целесообразность некоторой корректировки тех или иных размеров сердечника и обмоток машины, коллектора, вентилятора и т.д.

Механический расчет. Объем и содержание работ этого раздела определяются с учетом типа проектируемой машины, ее механических нагрузок, конструктивных особенностей, специальных требований задания: взрывозащищенность, ударостойкость и т.д.

Обязательными для всех машин следует считать расчеты вала на жесткость и прочность, расчет и выбор подшипников, расчеты коллекторов.

Специальная часть проекта. Этот раздел является одним из узловых вопросов проекта. По его результатам можно наиболее полно оценить общий уровень подготовки, творческий характер работы, самостоятельность и потенциал дипломанта. Тематика спецчасти должна выходить за рамки типовых решений и сведений, содержащихся в учебной литературе.

Тема специальной части выбирается студентом и руководителем проекта с учетом темы проекта, ее особенностей, места прохождения преддипломной практики, уровня подготовленности студента.

Специальный раздел ВКР может быть посвящен как расчетно-теоретическим или конструкторско-технологическим вопросам, так и содержать результаты экспериментальных работ. При этом должны использоваться современные методы исследований, расширенное использование ЭВМ и элементов САПР. Вопросы снижения металлоемкости машин могут решаться на основе методов оптимизации расчетов и функционально-стоимостного анализа, применения новых прогрессивных малоотходных технологий, а также высокопроизводительных технологий.

Темами специальной части могут быть вопросы повышения надежности, долговечности и качества машин; анализ характеристик с учетом режимов работы электропривода; влияние климатических факторов; вопросы углубленного патентного исследования, разработка систем управления и т.д.

Спецразделы ВКР по своему содержанию должны, как правило, выходить за рамки программ учебных дисциплин. В этом разделе нельзя ограничиваться констатацией общеизвестных фактов или обычным реферированием различных публикаций. Итоги работы студента по этому разделу проекта должны

содержать конкретные практические результаты и рекомендации применительно к теме ВКР.

Техническое описание конструкции машины дается на основе разработанной графической части проекта со ссылками на чертежи. В пояснительной записке могут приводиться также дополнительные схемы и рисунки.

Описание конструкции следует начинать с главных конструктивных признаков и особенностей машины, а затем уже ее основных узлов (сборочных единиц) и наиболее существенных конструктивных деталей. Особое внимание следует обратить на новизну и оригинальность конструктивных решений, направленных на снижение металлоемкости машины, повышения ее надежности и долговечности, новые материалы и комплектующие изделия, прогрессивные методы технологии, сборки и регулировки. Особое внимание должно быть уделено мероприятиям и требованиям по контролю и испытаниям машины, удобству ее обслуживания и т.д. Все конструктивные решения должны конкретно увязываться с вопросами технологии производства, повышения уровня механизации и автоматизации производства на базе использования нового специализированного технологического и роботизированного оборудования, высокопроизводительных экономичных технологических процессов.

В этом разделе могут быть выполнены также расчеты размерных цепей машины с их иллюстрацией графическими схемами. Особое внимание должно быть уделено условиям эксплуатации машины. Следует также привести электрическую схему включения машины в сеть и дать описание ее особенностей.

Технологическая часть проекта. В каждой ВКР этот раздел должен получить достаточно объемную и полную разработку. В тех случаях, когда спецчасть также посвящается технологии, то эти оба раздела проекта следует объединить вместе.

Технологическая часть ВКР должна отражать вопросы применения и разработки прежде всего новых и прогрессивных технологических процессов, нового высокопроизводительного и энергосберегающего технологического оборудования, методов контроля и управления качеством в процессе производства электрических машин.

В этом разделе может быть дана разработка технологических процессов наиболее важных узлов и деталей машины, различных технологических приспособлений. Здесь следует обратить внимание на новые и прогрессивные мероприятия по снижению расхода материалов, снижению доли ручного труда и повышения уровня механизации и автоматизации за счет использования специализированного оборудования, манипуляторов и роботизированных механизмов, переналаживаемых гибких автоматизированных производств.

Изложение этой части проекта должно быть иллюстрировано чертежами, схемами и рисунками. Разработанная документация на техпроцесс должна соответствовать нормам ГОСТа на ЕСТД (единая система технологической документации) с оформлением маршрутных и оперативных технологических карт.

Патентная проработка. На стадии дипломного проектирования эта работа имеет в основном учебно-методический характер. Патентный поиск проводится по какому-либо конструктивному узлу или элементу машины, технологическому процессу или способу изготовления. Поиск проводится по патентным материалам международных организаций (ВОИС, ЕПВ) и промышленно развитых стран, таких как США, Великобритания, Япония, Германии и др., а также с использованием ресурсов Интернет. Изучение и анализ патентной литературы позволит в дальнейшем при решении конкретных задач наряду с традиционными техническими решениями, операциями и приемами, которые были изучены в специальных дисциплинах, применять новые конструкторские и технологические приемы и пути. В результате обработки патентной информации можно также получить сведения о тенденциях развития техники, патентно-лицензионной политике фирм и т.д.

Целью поиска является определение патентной чистоты и патентоспособности изделия или способа его изготовления, а также выявление новых решений, которые могут составить предмет изобретения.

Безопасность жизнедеятельности. Этот раздел студент разрабатывает в соответствии с индивидуальным заданием, которое выдает руководитель ВКР или, при необходимости, кафедра "Теплотехники и БЖД". Вопросы охраны труда должны учитывать специфику темы проекта и особенности разрабатываемой машины. Например, если разрабатывается высоковольтная машина, то особое внимание следует обратить на электробезопасность при проведении ее испытаний. Разработка техпроцессов пропитки обмоток и процессов окраски должна быть связана с вопросами экологии, охраны труда и техники безопасности для этих процессов. Проектирование маломощного исполнения машины следует увязать с охраной труда в отношении производственного шума и т.д.

Заключение. В данном разделе в сжатой форме необходимо отразить соответствие полученных результатов требованиям задания на проектирование и требованиям ГОСТов.

Целесообразно также подчеркнуть достигнутые преимущества разработанной машины по сравнению с имеющимися отечественными и зарубежными аналогами. Следует указать на элементы новизны и оригинальность решений, прогрессивность конструкции, новых материалов и технологии производства, повышение технических показателей, надежности и долговечности машины.

Графическая часть ВКР обычно содержит не менее 4 листов чертежей и по трудоемкости может составлять до 30 ÷ 40 % всего объема работ над ВКР. При выполнении проекта машины малой мощности с учетом размеров машины и графических масштабов количество листов чертежей может быть уменьшено, а для проекта крупной машина - увеличено на 1 ÷ 2 листа.

Графическая часть, в зависимости от типа машины, обычно содержит такие чертежи:

- для вращающихся машин: чертеж общего вида машины, чертежи узлов обмотанного статора и ротора (якоря), узла коллектора, узла контактных колец,

чертежи листов сердечников статора и ротора, станины, подшипниковых щитов, вентилятора, щеткодержателей, катушки и секции обмоток и другие детали;

- для трансформаторов: чертежи общего вида и активной части в сборе, чертеж магнитопровода и схема его шихтовки, чертежи обмоток, бака, выхлопной трубы, расширительного бачка, вводов, переключателя выводов и т.д.

Приводятся кривые выходных характеристик машины, чертежи и схемы по специальной, технологической и экономической частям проекта, алгоритмы расчетов на ЭВМ и др.

Графическая часть ВКР может содержать плакаты. Плакат содержит в упрощенной и обобщенной форме сведения с необходимым иллюстративным материалом. Плакат должен содержать: заголовок, изобразительную часть, условные обозначения, пояснительный текст (при необходимости).

Конкретное содержание графической части с распределением ее по листам определяется руководителем ВКР совместно со студентом и указывается в задании на проектирование.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Расчетно-пояснительная записка должна в краткой и полной форме отразить результаты проделанной студентом работы с всесторонним обоснованием принятых решений.

Пояснительная записка оформляется в виде сброшюрованной папки на стандартных листах белой писчей бумаги формата А4 с полями: слева - не менее 30 мм, справа - 10 мм, сверху - 15 мм, снизу - 20 мм. Все листы нумеруются. Записка должна иметь титульный лист по установленной форме, оглавление, задание на разработку проекта, текстовую часть с разбивкой на главы (внутри глав - на параграфы), приложения (при необходимости) и список использованной литературы. Графическая часть проекта является самостоятельным приложением к пояснительной записке. Объем графической части (общее количество листов) указывается в оглавлении.

Пояснительная записка обычно набирается на компьютере (шрифт TimesNewRoman, размер 14) или пишется от руки. Записка иллюстрируется аккуратно выполненными эскизами, схемами и графиками, которые должны быть пронумерованы и иметь подрисовочные надписи.

Расчетные формулы приводят в буквенном виде, затем в них подставляют числовые значения параметров и указывают (без промежуточных вычислений) конечные результаты с размерностью. Все первый раз встречающиеся в формулах обозначения обязательно поясняются. Повторно пояснения даются лишь по мере надобности.

В развернутом виде расчеты приводятся только для одного основного варианта. Расчеты промежуточных вариантов следует приводить в таблицах в виде итоговых результатов с необходимым пояснением. Таблицы и рисунки

должны быть пронумерованы (нумерация в пределах каждой главы, например, рис. 1.1, таблица 3.1, где первая цифра - номер главы, вторая – порядковый номер рисунка или таблицы в пределах главы).

В конце каждого самостоятельного раздела и каждой главы должны даваться краткие и четкие выводы по сути полученных результатов и их сравнительному анализу. При изложении пояснительной записки необходимо стремиться к тому, чтобы ознакомление с введением и выводами по разделам и главам давало полное и четкое представление о главных результатах работы по всем вопросам.

Терминология, условные обозначения и размерности параметров должны соответствовать действующим стандартам.

Номера страниц в пояснительной записке ставятся в правом верхнем углу листа. Нумерация страниц сквозная для всей пояснительной записки. При оформлении записки следует учитывать требования ГОСТ 7.32-81 "Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления".

Графическая часть. Оканчивая ВУЗ по специальности "Электромеханика", выпускник получает степень бакалавра техники и технологии. Последнее подчеркивает его роль не только как исследователя, но и как конструктора, и как технолога. Это определяет достаточно большой объем и серьезные требования, которые предъявляются при разработке графической части ВКР.

Графическая часть обычно выполняется на компьютере в любом графическом редакторе (AutoCAD, Компас, CorelDRAW и др.). В порядке исключения допускается выполнение чертежей в карандаше (в полном объеме или лишь отдельные чертежи). Для лучшего обозрения они могут быть выполнены различными цветами.

Чертежи по правилам выполнения, условным обозначениям, шрифтам, масштабам и другим элементам должны соответствовать ГОСТ на "Единую систему конструкторской документации" (ЕСКД) ГОСТ 2.101-68, ГОСТ 2.109-68 и др. Допуски и посадки должны соответствовать единой системе допусков и посадок - ЕСДП СЭВ. Обозначения шероховатостей и других обозначений на чертежах должны соответствовать СТ СЭВ и действующим ГОСТам.

Листы чертежей могут быть разделены (графически) на отдельные форматы, размер которых выбирается студентами в зависимости от размеров, масштаба и количества проекций разрабатываемой детали.

Каждый чертеж должен иметь основную надпись (угловой штамп) по ГОСТ 2.104-68, которая размещается в правом нижнем углу чертежа (см. приложение 1).

В графе 1 указывается наименование чертежа. Например, на чертеже общего вида указывается в соответствии с темой проекта следующее: **Генератор синхронный трехфазный** (здесь также можно указать основные выходные параметры, например, $P_{ном} = 250$ кВт, $n_c = 750$ об/мин).

В графе 2 основной надписи указывается обозначение данного чертежа: "КГТУ ВКР. шифр". Здесь ВКР – это выпускная квалификационная работа. В

шифре указаны шифрованное обозначение сведений о студенте и данном чертеже в соответствии с рекомендациями кафедры:

- первые две цифры – порядковый номер студента в соответствии с групповым списком;

- вторые три цифры - номер позиции узла на сборочном чертеже;

- третьи три цифры - номер позиции детали на сборочном чертеже.

В графах 3 ÷ 7 указывается соответственно: студент, руководитель, консультант по технологической части, консультант по графической части, зав.кафедрой (с фамилиями и инициалами). Консультанты по экономической части и охране труда указываются лишь на чертежах, которые по содержанию соответствуют этим разделам проекта.

В графе 8 указывается материал, из которого изготовлена данная деталь (если чертеж сборочный, т.е. на какой-либо узел, то данная графа остается пустой). В графе 9 следует проставить литер "У". Это будет обозначать, что проект является учебным. В графе 10 указывается порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют), а в графе 11 - обозначение учебной группы. Остальные графы заполняются согласно требованиям ГОСТа.

К чертежам сборочных единиц (узлов) должны быть составлены спецификации (см. приложение 2). Листы спецификаций и порядок их заполнения - по ГОСТ 2.108-68. Листы спецификаций подшиваются в пояснительную записку проекта отдельным приложением. Перечень чертежей графической части указывается также в приложении к пояснительной записке.

При разработке графической части необходимо помнить о следующем.

Чертеж каждой детали должен однозначно содержать все исчерпывающие данные для ее изготовления, контроля и испытаний. Фактически на **всех чертежах необходимо помещать** также и **технические требования**, которые дополняют чертеж в отношении геометрических форм и размеров детали, различных требований и указаний по изготовлению, контролю и испытаниям детали.

На чертежах сборочных единиц (узлов) указываются габаритные размеры, а также размеры конструктивных элементов, указания и требования, подлежащие выполнению и контролю при изготовлении этого узла.

На чертеже общего вида приводятся все габаритные и установочно-присоединительный размеры машины, которые регламентируются ГОСТами.

ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ

Выполненная выпускная квалификационная работа бакалавра должна быть оформлена в соответствии с современными требованиями и с привлечением современных средств редактирования и печати.

Законченная квалификационная работа, подписанная студентом и консультантами, представляется руководителю, который составляет на нее **отзыв**, в котором должны быть отмечены:

- актуальность темы работы;
- достоинства и недостатки работы;
- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способности студента к практической или исследовательской работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможность присвоения выпускнику квалификации бакалавра;
- дифференцированная оценка за ВКР в целом;
- допуск квалификационной работы к защите.

Заведующий кафедрой ЭМ рассматривает проект и отзыв руководителя и принимает решение о допуске студента к защите проекта в ГАК. В случае, если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите ВКР, вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя. Протокол заседания кафедры (при отрицательном решении) представляется на утверждение ректору университета.

Выпускная квалификационная работа, допущенная к защите, направляется на **рецензию** (состав рецензентов утверждается кафедрой заранее). Работу необходимо представить на рецензию не позднее, чем за пять дней до официальной защиты. В качестве рецензента может быть только специалист из сторонней организации, преимущественно с производства. После детального ознакомления с проектом и личного собеседования со студентом рецензент составляет письменную рецензию, в которой должны быть отмечены:

- актуальность темы работы и степень соответствия работы заданию;
- полнота и качество расчета или проведенных исследований, оценка достоверности полученных результатов;
- качество и полнота графической части ВКР;
- наличие аргументированных выводов по результатам работы;
- практическая значимость выполненной работы, возможность использования полученных результатов;
- достоинства, а также недостатки и слабые стороны работы;
- замечания по оформлению работы и стилю изложения материала;
- дифференцированная оценка за ВКР в целом

Перед защитой в ГАК студент представляет на кафедру ЭМ выпускную работу (вместе с отзывом и рецензией) и полностью оформленную зачетную книжку (при отсутствии зачетной книжки студент до защиты не допускается).

ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа защищается ее автором перед Государственной аттестационной комиссией (ГАК). За две недели до начала работы комиссии устанавливается расписание заседаний, и назначаются сроки и очередность защиты студентами. Порядок публичной защиты выпускной квалификационной работы определяется положением о ГАК.

Для сообщения о результатах работы над выпускной работой студенту предоставляется 7 ÷ 10 мин. За это время он должен четко и кратко доложить ГАК об особенностях темы проекта и характерных требованиях, предъявляемых к разрабатываемой машине. Кратко излагают методы, пути и результаты полученных результатов. Это рекомендуется делать в порядке следования разделов пояснительной записки. Студенту рекомендуется иметь план или конспект своего выступления. Рекомендуется также сделать выписки из пояснительной записки по числовым значениям различных параметров, характеристик и других показателей машины.

После доклада члены ГАК задают вопросы. Вопросы могут быть заданы также и не членами ГАК, в том числе и студентами. На защите студенту может быть задан любой вопрос, связанный прямо или косвенно с темой проекта, а также вопросы из области теории электрических машин и электротехники. При ответах студенту разрешается пользоваться пояснительной запиской, чертежами и своими записями.

По окончании ответов на вопросы зачитываются отзыв руководителя и рецензия. Студент обязан дать мотивированные и исчерпывающие ответы по всем имеющимся замечаниям, если он с ними не согласен. После этого защита считается законченной.

Далее заслушиваются рецензия и отзыв руководителя работы, предоставляют слово членам комиссии и присутствующим, желающим выступить по теме работы. Затем студенту дается заключительное слово, в котором он отвечает на замечания, имеющиеся в рецензии и выступлениях.

Результаты защиты оглашаются председателем ГАК после рассмотрения этого вопроса на закрытом заседании ГАК (после защиты всех работ, заявленных на данный день), простым большинством голосов. Оценка выставляется с учетом всех факторов: сложности и качества выполненной работы, результатов публичной защиты, ответов на вопросы, отзывов руководителя и рецензента, а также с учетом итогов всего периода обучения в университете. Оценка по работе должна основываться на требованиях того, что у каждого студента должна быть сформирована на достаточном уровне вся совокупность знаний и умений, предусмотренных в Государственном образовательном стандарте. При выполнении и защите работы это должно найти отражение в:

- знаниях студентом теоретических основ и методов расчета, конструирования и технологии изготовления машины проектируемого типа;
- знаниях вопросов теории, рабочих характеристик, условий и режимов работы проектируемой машины, особенностей ее эксплуатации, оценки ее технико-эксплуатационных показателей, вопросов повышения надежности и долговечности, обеспечения условий техники безопасности;
- умении студентом правильно выполнить расчетные и проектно-конструкторские работы в объеме задания по проекту;
- умении студентом правильно выбрать наиболее рациональные и прогрессивные технологические процессы изготовления проектируемой машины, ее узлов и деталей;

- умения проводить работы научно-исследовательского характера на стадии проектирования машины, применять вычислительную технику, использовать специальную научно-техническую литературу;

- умения самостоятельно принимать правильно технические решения по вопросам расчета, конструирования, технологии производства и другим инженерно-техническим и экономическим вопросам в объеме работ по дипломному проекту.

Общий уровень требований к оценке выпускной квалификационной работы и результатов их защиты перед ГАК должен учитывать все возрастающие требования к качеству подготовки бакалавров. При оценке можно ориентироваться на следующие методические рекомендации.

Оценка "*отлично*" выставляется студентам, выполнившим выпускную квалификационную работу без ошибок, в полном объеме, технически грамотно и аккуратно, умеющим свободно и творчески выполнять работы в объеме задания на проект. Защита работы на оценку "*отлично*" должна характеризоваться глубокими и прочными знаниями, логически стройной, содержательной, глубокой и всесторонней аргументацией всех принятых в работе решений.

Оценка "*хорошо*" выставляется студентам, выполнившим ВКР без ошибок, в полном объеме, грамотно и достаточно аккуратно, умевшим самостоятельно и правильно выполнять работы в объеме задания на проект. Защита проекта на оценку "*хорошо*" должна характеризоваться в целом содержательной и грамотной аргументацией, умением обосновывать принятые в проекте решения.

Оценка "*удовлетворительно*" выставляется студентам, допустившим в работе отдельные не принципиальные погрешности, которые не могут привести к технически неправильным решениям, существенному несоответствию полученных в проекте результатов нормативам исходного задания и ГОСТов. При этом студенту могут быть высказаны замечания и по недостаточно аккуратному оформлению работы, несоблюдению в полном объеме нормативов ГОСТа на ЕСКД. В целом правильно принятые решения при этом могут не получить подкрепления правильной аргументацией при защите проекта перед ГАК.

Оценка "*неудовлетворительно*" выставляется тем студентам, в выпускной квалификационной работе которых обнаружены грубые технические ошибки, недопустимое отклонение полученных по расчетам результатов от норм исходного задания и ГОСТов или когда студент при защите перед ГАК обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, или не может принятые в работе решения подкрепить достаточной аргументацией.

Студенту, достигшему особых успехов в освоении профессиональной образовательной программы и защитившему выпускную квалификационную работу с оценкой *отлично*, может быть выдан диплом с отличием. Дополнительными условиями такого решения ГАК являются наличие не менее 75% отличных оценок и отсутствие удовлетворительных оценок в течение всего периода обучения в университете.

Выпускная квалификационная работа после защиты сдается на кафедру ЭМ для хранения в архиве. При необходимости передачи предприятию для использования ее результатов в производстве, с нее может быть снята копия с разрешения проректора университета.

Если защита выпускной квалификационной работы признается неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите ту же работу с доработкой, определяемой комиссией, или он обязан разработать новую тему, назначенную кафедрой ЭМ. Одновременно студент отчисляется из университета с выдачей документа о неполном высшем образовании.

Лица, получившие неудовлетворительную оценку при защите, допускаются к повторной защите не ранее, чем через три месяца, и не более, чем через пять лет после первичной защиты. Повторная защита не может назначаться более двух раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарев И.В. Проектирование асинхронных электродвигателей. - Б.: ИЦ «Текник», 2014.
2. Бочкарев И.В., Гунина М.Г. Проектирование трехфазных силовых трансформаторов. Б.: ИЦ «Текник», 2013.
3. Проектирование электрических машин /Под ред. Копылова И.П. - М.: Энергия, 2001.
4. Гурин Я.С., Кузнецов Б.И. Проектирование серий электрических машин. – М.: Энергия, 1978.
5. Антонов М.В., Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф. Эксплуатация и ремонт электрических машин. М. Высшая школа, 1989.
6. Худяков З.И. Ремонт трансформаторов. – М.: Высшая школа, 1982.
7. Антонов М.В., Герасимова Л.С. Технология производства электрических машин. - М.: Энергоиздат, 1991.
8. Осьмаков А.А. Технология и оборудование производства электрических машин. – М.: Высшая школа, 1990.
9. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин. – Л.: Энергоатомиздат, 1989.
10. Копылов И.П. Электрические машины. М.: Энергоатомиздат, 1986.

Первый лист спецификации

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	15	8 min	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание									
	6					6	8			70	63	10	22					
Справ. №																		
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	185															
			7	10	23	15	10											
Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15	10	5									
										Разраб.								
										Пров.								
										Н.контр.								
										Утв.								
Копировал							Формат A4											

Пример заполнения спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Пере. примен.				<u>Документация</u>			
	A1		КГТУ ВКР 07.000.000 СБ	Сборочный чертёж			
				<u>Сборочные единицы</u>			
	A1	1	КГТУ ВКР 07.001.000 СБ	Ротор	1		
	A1	2	КГТУ ВКР 07.002.000 СБ	Статор	1		
		3	КГТУ ВКР 07.003.000 СБ	Щит подшипниковый	1		
		4	КГТУ ВКР 07.004.000 СБ	Щит подшипниковый	1		
	A1			<u>Детали</u>			
	A1						
	Справ. №	A1	5	КГТУ ВКР 07.000.005	Кожух	1	
A1		6	КГТУ ВКР 07.000.006	Вентилятор	1		
A4		7	КГТУ ВКР 07.000.007	Этикетка	1		
A1		8	КГТУ ВКР 07.000.008	Станина	1		
A3		9	КГТУ ВКР 07.000.009	Крышка	1		
A3		10	КГТК ВКР 07.000.010	Кольцо	2		
A3		11	КГТУ ВКР 07.000.011	Втулка	1		
A3		12	КГТУ ВКР 07.000.012	Винт	1		
A3		13	КГТУ ВКР 07.000.013	Штуцер	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		16		Болт М8-6г х 20.58 ГОСТ 7798 - 70	3		
		17		Болт М10-6г х 20.58 ГОСТ 7798 - 70	2		
Подпись и дата		КГТУ ВКР 07.000.000 СБ					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Никонов					
	Пров.	Бочкарёв					
	Н.контр.	Бочкарёв					
Взам. инв. №	Утв.	Бочкарёв					
					ЭМ - 1 - 15		
Инв. № подл.	Двигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором				Лит.	Лист	Листов
					У	1	2

Копировал

Формат А4

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТЫ	4
ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТ...	5
СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	5
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	12
ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ	14
ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	19
ПРИЛОЖЕНИЯ	20

Корректор *Эркинбек к. Ж.*
Редактор *Турдукулова А.К.*
Тех.редактор *Кочоров А.Д*

Подписано к печати 10.07.2015 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.
Бумага офс. Печать офс. Объем 1,75 п.л. Тираж 40 экз. Заказ 339. Цена 30с.
Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43
е-mail: beknur@mail.ru

