

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
Березниковский филиал

А. В. Затонский

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению выпускных квалификационных работ  
бакалаврами направления  
13.03.02 «Электротехника и электроэнергетика»

Березники 2021

УДК 681.3  
ББК 32.81  
З 37

Рецензенты:

Канд. техн. наук, доцент *Бильфельд Н.В.*

Канд. техн. наук, профессор *Беккер В.Ф.*

**Затонский А.В.**

З 37           Методические указания к выполнению выпускных квалификационных работ бакалаврами направления 13.03.02 «Электротехника и электроэнергетика». Пермь: ПНИПУ, Березниковский филиал, 2021. 21 с.

Приведены структура выпускной квалификационной работы, соответствующая образовательному стандарту по направлению 13.03.02 «Электротехника и электроэнергетика», правила оформления работ, перечень примерных тем. Рассмотрены типичные ошибки, допускаемые студентами при подготовке пояснительных записок и докладов на защите работ.

Предназначено для студентов направления «Электротехника и электроэнергетика».

© Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет, 2021

## Содержание

Содержание.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ.....	4
1.1 Общие положения .....	4
1.2 Порядок и график выполнения выпускной квалификационной работы .....	4
1.3 Требования к содержанию выпускной квалификационной работы ....	4
1.4 Тематика выпускных квалификационных работ бакалавра . .....	6
1.5 Примеры разделов ВКР – содержимое КП по отдельным дисциплинам	
1.5.1 КП по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети». ....	8
1.5.2 КП по дисциплине «Релейная защита и автоматика СЭС» . .....	9
1.6 Требования к графической части ВКР . .....	11
1.7 Подготовка доклада на защите выпускной квалификационной работы	13

## ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа является завершающей стадией подготовки бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение». По результатам защиты выпускной квалификационной работы Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) решает вопрос о качестве подготовки студента и присвоении ему квалификации «бакалавр».

Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) – заключительный, наиболее активный этап обучения, во время которого студент должен использовать знания и умения, полученные в соответствии с учебным планом, проявив при этом творческие способности, умение самостоятельно решать поставленные задачи, оформлять и защищать результаты своей работы, демонстрируя владение профессиональными компетенциями, предусмотренными ФГОС или СУОС.

# 1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

## 1.1 Общие положения

Выпускная квалификационная работа бакалавра – комплексное решение научно-технической задачи, в которой представлены результаты, полученные при выполнении курсовых проектов и работ, семестровых заданий по следующим дисциплинам:

- электроснабжение;
- электроэнергетическое оборудование;
- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- переходные процессы в электроэнергетических системах;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- электрический привод;
- техника высоких напряжений.

Эта работа является частью учебного процесса и завершающим этапом обучения при подготовке бакалавра в вузе.

Цель работы – систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению подготовки и применение этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач. ***Студент выполняет выпускную квалификационную работу самостоятельно и несет ответственность, как за качество, так и за сроки её выполнения.*** Для оказания организационно-методической помощи и консультаций по содержанию работы выпускающая кафедра назначает каждому студенту руководителя из состава преподавателей кафедры.

Выполнение квалификационной работы бакалавра способствует развитию навыков ведения самостоятельной работы, овладению прогрессивными методами расчета и конструированию современных электротехнических систем и их элементов.

## 1.2 Требования к содержанию выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку, оформленную согласно требованиям единой системы конструкторской документации (ЕСКД), представленным в [6], ГОСТ 2.105 «Общие требования к текстовым документам» [2], ГОСТ 7.32-2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе» [4], ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации» [5] и иллюстрационный графический материал, оформленный согласно требованиям, соответствующих ГОСТ [1, 7].

Законченная квалификационная работа должна содержать:

– пояснительную записку 40–60 листов формата А4 (внутри могут быть листы формата А3) и приложения к пояснительной записке, которые в объём пояснительной записки не входят, но сшиваются одной книгой;

– графическую часть – не менее 6 листов формата А1 (**перечислено в разделе 1.8**).

Независимо от тематики, квалификационная работа должна быть выполнена на основе глубокого изучения литературы по направлению подготовки бакалавра.

Пояснительная записка должна в краткой и четкой форме раскрывать содержание работы, ее обоснования, принятые решения, результаты теоретических и экспериментальных исследований с соответствующими графиками, схемами, таблицами и другими иллюстрационными материалами.

Выпускная квалификационная работа должна состоять из следующих элементов и частей и располагаться в следующем порядке:

- *титульный лист;*
- *задание на выпускную квалификационную работу;*
- *аннотация по работе;*
- *оглавление;*
- *введение;*
- *сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений;*
- *основная часть (разделы, подразделы, пункты);*
- *заключение;*
- *библиографический список;*
- *приложения;*
- *графический материал.*

Правила оформления ВКР определяются кафедральными требованиями нормоконтроля (см. отдельный документ), как и содержание разделов *аннотация, оглавление, введение, заключение, библиографический список*. Примерное содержание остальных разделов следующее.

*Сравнение отечественных и передовых, зарубежных технологий и решений.* В этом разделе с учётом тематики выпускной квалификационной работы производится сопоставление: характеристик различного рода электрооборудования; прогрессивных решений построения и оптимизации систем электроснабжения; диагностики элементов систем электроснабжения; методов построения релейной защиты и автоматики и др. Тема обзора задаётся руководителем ВКР для каждого студента индивидуально.

*Основная часть* (пример для варианта темы ВКР «Проектирование схемы внутреннего электроснабжения промышленного предприятия») включает в себя разделы, частично выполняемые в ходе изучения следующих дисциплин и выполнения курсовых проектов (работ):

Раздел	Дисциплина
Расчёт электрических нагрузок	Электроснабжение
Расчёт цеховых трансформаторных подстанций	Электроэнергетическое оборудование
Расчёт токов короткого замыкания	Переходные процессы в электроэнергетических системах
Выбор электрооборудования	Электрические станции и подстанции
Расчёт компенсации реактивной мощности	Электроэнергетические системы и сети (КП)
Расчёт показателей качества электрической энергии	Электроэнергетические системы и сети (КП)
Вопросы релейной защиты и автоматики отдельных фрагментов системы электроснабжения промышленного предприятия	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (КП)

Далее приведены примеры содержания разделов ВКР, одновременно являющихся курсовыми проектами по вышеперечисленным дисциплинам, для варианта темы ВКР «Проектирование схемы внутреннего электроснабжения промышленного предприятия». Примеры не являются исчерпывающими и не диктуют студенту точные рамки выполнения. По согласованию с преподавателем дисциплины (а в дальнейшем – с руководителем ВКР) их содержание может быть и другим.

*Приложения* к пояснительной записке. В приложение обычно относят вспомогательный материал (распечатки программ, таблицы, графики, чертежи), который был разработан при выполнении ВКР.

*Графический материал*, выполняемый на листах формата А1, используется во время доклада при проведении защиты выпускной квалификационной работы.

#### 1.4 Тематика выпускных квалификационных работ бакалавра

Темы выпускной квалификационной работы бакалавра должны отражать современные тенденции развития отечественной электроэнергетики.

Темами выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» с учетом специфики предприятий Верхнекамского региона могут быть:

а) **проектирование** системы внешнего или внутреннего электроснабжения:

- промышленного предприятия в целом;
- группы цехов крупного промышленного предприятия;

- технологического цеха или участка промышленного предприятия (со сложной, разветвленной резервированной схемой электроснабжения);
- технологического цеха или участка промышленного предприятия с простой схемой электроснабжения и разработкой дополнительных мероприятий и расчетов к ним;
- жилого микрорайона города;
- крупного здания городской застройки со сложной разветвленной резервированной схемой электроснабжения;
- крупного здания городской застройки с простой схемой электроснабжения и разработкой дополнительных мероприятий и расчетов;
- сельскохозяйственного района;
- отдельного участка сельскохозяйственного или пригородного района со сложной разветвленной резервированной схемой электроснабжения;
- отдельного участка сельскохозяйственного или пригородного района с простой схемой электроснабжения и разработкой дополнительных мероприятий и расчетов к ним.

б) **реконструкция** систем электроснабжения (с вариантами аналогично п. а);

в) **разработка** систем электроснабжения ответственных потребителей электроэнергии с использованием устройств бесперебойного и гарантированного электропитания (с вариантами аналогично п. а) и др.

Наиболее подготовленные студенты могут выполнять выпускные квалификационные работы по научно-исследовательским тематикам выпускающей кафедры. Темы научно-исследовательского характера должны отличаться наличием в них элементов теоретических или экспериментальных исследований. Примерами таких тем являются:

- оптимизация режимов работы систем электроснабжения промышленного предприятия, городского микрорайона, сельскохозяйственного района и др.
- разработка и исследование статических полупроводниковых преобразователей электрической энергии;
- разработка и исследование устройств релейной защиты и автоматики систем электроснабжения;
- разработка элементов информационно-измерительных систем коммерческого учета электрической энергии;
- разработка и исследование элементов автономных источников электроэнергии;
- разработка и исследование регулирующих устройств, повышающих качество электроэнергии в системах электроснабжения и др.

## 1.5 Примеры разделов ВКР – содержимое КП по отдельным дисциплинам.

### 1.5.1 КП по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Целью КП является закрепление и углубление знаний по основам проектирования схем электроснабжения различного уровня сложности и назначения, а также развитие творческой инженерной инициативы, приобретение или закрепление навыков использования средств вычислительной техники, справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Предполагается, что при его выполнении студент должен овладеть определенными навыками анализа исходных данных и полученных результатов для расчёта различных установившихся режимов схем электроснабжения различного уровня сложности и назначения, научиться правильно и обоснованно выбирать схему и основное оборудование, овладеть навыками проектирования конструктивной части воздушных и кабельных линий электропередач, токопроводов и шинпроводов

Пример **состава** (перечень разделов) КП:

1. Составление баланса активной мощности и выбор генераторов ТЭЦ.
2. Обоснование схемы и напряжения электрической сети.
3. Составление баланса реактивной мощности, выбор и размещение компенсирующих устройств.
4. Выбор и проверка сечений проводов линий электропередачи.
5. Выбор схемы выдачи мощности и трансформаторов ТЭЦ.
6. Выбор трансформаторов и схем подстанций в узлах нагрузки.
7. Приведение нагрузок узлов и мощности ТЭЦ к стороне высшего напряжения.
8. Расчет установившегося режима электрической сети.
9. Регулирование напряжения в узлах нагрузки.
10. Расчет конструктивной части ВЛ.

Графическая часть ВКР включает:

- а) однолинейная схема проектируемой системы с выбранными схемами подстанций и ТЭЦ;
- б) результаты расчета конструктивной части ВЛ (фрагмент ВЛ с указанием геометрических характеристик линии, сборочный чертеж крепления провода к траверсе опоры, монтажный график провода).

По другим вариантам тем ВКР перечень разделов основной части составляется аналогично с учетом особенностей конкретного объекта проектирования.



## 1.5.2 КП по дисциплине «Релейная защита и автоматика СЭС»

*Каждому студенту по заданию преподавателя из полной курсовой работы, состав которой перечислен ниже, выделяется её часть. Она выполняется для объекта, который в дальнейшем станет объектом выпускной квалификационной работы*

В полном варианте курсовой работы по дисциплине «Релейная защита и автоматика СЭС» (РЗА СЭС) рассматриваются вопросы проектирования устройств релейной защиты и автоматики, предназначенных для обеспечения нормальной работы какого-то одного фрагмента (элемента) схемы СЭС: линии электропередачи напряжением 35, 110, 220 кВ; силового трансформатора напряжением 110/10 кВ; распределительного пункта напряжением 6–10 кВ; распределительной сети напряжением 6–10 кВ; понижающей подстанции 10/0,4 кВ; электродвигателей напряжением 0,38–6–10 кВ; различного рода преобразователей; электротехнологических установок; батарей конденсаторов 0,38–10 кВ и прочее.

Первый подраздел «Организация работы релейной защиты и автоматики» должен содержать описание принципиальной электрической схемы рассматриваемого фрагмента системы электроснабжения (1-й рисунок), включающего непосредственно защищаемый элемент и прилегающие к нему сверху и снизу элементы системы электроснабжения. На схему наносятся:

- обозначения элементов СЭС – кабельных и воздушных линий, силовых трансформаторов, выключателей, разъединителей, плавких предохранителей, автоматических выключателей, рубильников, трансформаторов тока и напряжения, секций сборных шин с указанием напряжения и др.;
- обозначения и значения токов нормального режима на всех участках рассматриваемого фрагмента СЭС (например, для силовых трансформаторов на стороне высшего и низшего напряжения, для магистральной линии на всех её участках и т. д.) – рабочего максимального тока, пикового тока, бросков тока намагничивания, (для силовых транс-форматоров).
- для характерных точек СЭС на схеме показываются токи трехфазного КЗ при максимальном режиме работы электрической сети, токи двухфазного или однофазного КЗ при минимальном режиме ее работы, используемые при определении уставок защит и проверке их чувствительности.

В этом же подразделе даётся концепция построения релейной защиты и автоматики рассматриваемого элемента СЭС. Проводится обоснование необходимого набора видов релейной защиты и автоматики со ссылками на нормативные документы и, в первую очередь, на «Правила устройства электроустановок», – указываются номера пунктов и наименование нормативного документа. Составляется схема размещения релейной защиты и автоматики рассматриваемого фрагмента СЭС (2-й рисунок), условными обозначениями показываются устройства защиты и автоматики с указанием типов выбираемых защит. Приводится краткое описание действия выбранных

видов релейной защиты. Указывается от каких видов токов защищается элемент СЭС и от каких токов отстраиваются защиты. Указывается форма воздействия защиты на СЭС – работа на отключение или на сигнал. На этой схеме приводится карта селективности по времени селективных токовых защит, а в тексте даётся обоснование выбранных времён срабатывания защит на разных ступенях СЭС.

В следующих подразделах производится расчёт защит на разных ступенях рассматриваемого фрагмента СЭС:

- в начале дается краткое описание выбранных видов релейной защиты рассматриваемой ступени СЭС, указывается от каких видов токов и напряжений защищается элемент СЭС и от каких токов и напряжений отстраиваются защиты, указывается форма воздействия защиты на СЭС – работа на отключение или на сигнал. При необходимости приводятся дополнительные поясняющие диаграммы, схемы и рисунки;
- производится расчет уставок срабатывания (по току, напряжению, времени) релейной защиты, проверка на чувствительность;
- производится выбор устройств релейной защиты, определение параметров их уставок. Приводятся принципиальные схемы устройств РЗ с соответствующими спецификациями. При необходимости приводятся рисунки с фрагментами устройств РЗ, поясняющими порядок настройки их уставок;
- все расчеты с исходными данными сводятся в итоговые таблицы определенной формы.

После расчёта защит на разных ступенях СЭС строится карта селективности рассмотренных защит, на которой показываются защитные времятоковые характеристики, токи нормальных режимов, токи коротких замыканий, выбранные уставки по току и времени.

Раздел «Релейная защита» сопровождается демонстрационным листом (плакатом или чертежом) формата А1, на котором приводятся 5–6 графических и табличных фрагментов, характеризующих рассмотренную тему раздела. В общем случае здесь могут быть размещены:

- принципиальная электрическая схема защищаемого элемента СЭС, для которой производится выбор и расчет РЗА;
- принципиальные схемы релейной защиты элемента СЭС;
- различного вида времятоковые характеристики, диаграммы, схемы
- рисунки, поясняющие настройку и работу устройств релейной защиты и автоматики;
- карта селективности рассмотренных защит;
- выбранные устройства релейной защиты и спецификация на них;
- внешние виды рассмотренных устройств релейной защиты и автоматики.

## 1.6 Требования к графической части ВКР

Состав графической части ВКР приведен на примере темы «Проектирование схемы электроснабжения предприятия (группы цехов, цеха, участка и др)».

Чертежи и схемы графической части выпускной квалификационной работы должны быть выполнены в соответствии с правилами единой системы конструкторской документации ЕСКД [1, 7].

Электрические схемы должны выполняться в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701-84, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.708-81...ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.721-74 ... ГОСТ 2.756-76 и др.

Наиболее применяемые условные обозначения элементов систем электроснабжения в схемах и на планах приведены в приложении Д.

Все чертежи выполняются на листах формата А1 с альбомной ориентацией расположения материала – по решению кафедры.

*1 Генеральный план промышленного предприятия.* На плане должны быть показаны производственные цеха, главная понизительная подстанция (ГПП) или центральный распределительный пункт (ЦРП), питающие промышленное предприятие, высоковольтные распределительные пункты напряжением 6–10 кВ (РП), трансформаторные подстанции напряжением 6–10/0,4 кВ (ТП), низковольтные распределительные пункты напряжением 380 В (РПН), высоковольтное оборудование (синхронные и асинхронные электродвигатели, электротехнологические установки и др.). Нанесены трассы кабельных линий и токопроводов, соединяющих ГПП или ЦРП с РП и ТП, ТП с РПН, указаны типы, сечения и количество кабелей, дана картограмма нагрузок.

*2 Принципиальная электрическая схема электроснабжения промышленного предприятия.* Схема должна показывать построение внешнего и внутривозвездского электроснабжения, начиная с линии электропередачи (кабельной или воздушной), питающей промышленное предприятие, и заканчивая ТП и РПН, питающими производственные цеха. На принципиальной схеме электроснабжения должно быть показано всё основное электрооборудование (линии электропередачи, силовые трансформаторы с указанием групп соединения обмоток, разъединители с заземляющими ножами, выключатели, трансформаторы тока и напряжения, нелинейные ограничители напряжения, конденсаторные батареи, фильтры высших гармоник, автоматические выключатели) и все высоковольтные электроприёмники (электродвигатели, электротехнологические установки, различного вида преобразователи рода тока). Надписи типа оборудования должны давать их полную характеристику и рекомендуется располагать рядом с оборудованием, а не в боковых колонках.

На принципиальной электрической схеме все электрические элементы следует отображать в отключенном состоянии.

*3 Конструктивный чертёж подстанции напряжением 110/10 кВ.*

Для подстанции открытого исполнения даётся вид сверху (план) открытого распределительного устройства (ОРУ) высшего напряжения подстанции с силовыми трансформаторами, планы закрытого распределительного устройства напряжением 6–10 кВ (ЗРУ). На плане ЗРУ показать рас-положение ячеек секций сборных шин (СШ) с соответствующей их нумерацией, токопроводов от силовых трансформаторов к секциям СШ. На плане подстанции показываются также оперативный пункт управления (ОПУ) или отдельные помещения ЗРУ, в которых располагаются устройства релейной защиты, автоматики, телемеханики, источники оперативного тока (аккумуляторные батареи, выпрямительные зарядно-разрядные агрегаты и др.) На виде сбоку подстанции показываются наиболее интересные конструктивные исполнения элементов ОРУ и ЗРУ. Кроме того, на этом листе показываются 3–4 фрагмента конструктивного исполнения характерных ячеек ЗРУ (вводных и отходящих ячеек, ячеек трансформаторов собственных нужд, ячеек трансформаторов напряжения), токопроводов, выключателей, разъединителей, нелинейных ограничителей перенапряжений и т. д.

Для подстанции закрытого типа показываются планы этажей с расположением оборудования – ЗРУ высшего напряжения, силовых трансформаторов, ЗРУ низшего напряжения, токопроводов, подходов кабельных линий, ОПУ и пр. Аналогично показываются 3–4 фрагмента конструктивного исполнения элементов подстанции, в том числе, электрооборудования с элегазовой или вакуумной изоляцией.

Спецификация на оборудование подстанции приводится в пояснительной записке.

*4 Конструктивный чертёж трансформаторной подстанции напряжением 6–10/0,4 кВ или распределительного пункта напряжением 6– 10 кВ.* На листе показывается план ТП или РП и наиболее интересные сечения, раскрывающие их конструктивные особенности. На плане желательно показать расположение заземляющего устройства ТП или РП и размещённых внутри помещений шин заземления. На этом же листе показываются 3–4 фрагмента конструктивного исполнения характерных ячеек распределительного устройства, маслоприёмных устройств, кабельных каналов и кабельных выходов из здания и пр.

*Примечание. Конструктивные чертежи подстанции напряжением 110/10 кВ, высоковольтного распределительного пункта напряжением 6– 10 кВ и трансформаторной подстанции напряжением 6–10/0,4 кВ (3-й и 4-й листы) формируются в ходе выполнения семестрового или контрольного задания по дисциплине «Электрооборудование потребителей систем электроснабжения» по индивидуальному заданию преподавателя, ведущего эту дисциплину.*

*5 Лист по релейной защите.* Требования к демонстрационному листу даны в разделе 1.5 данного пособия.

*6 Другие чертежи, необходимость которых продиктована темой ВКР*

Конкретный состав графической части ВКР определяется при выборе темы, анализе собранных материалов для выполнения ВКР после консультации с руководителем ВКР из состава преподавателей кафедры

В выпускной квалификационной работе документы должны оформляться в соответствии с требованиями нормоконтроля, приведенными далее в этом пособии.

### **1.7 Подготовка доклада на защите выпускной квалификационной работы**

Для успешного выступления на защите выпускной квалификационной работы студенту рекомендуется тщательно подготовить текст доклада, согласованный с графической демонстрационной частью проекта. Продолжительность доклада не должна превышать 5–7 минут (объём текста доклада не более 1,5 стандартных страниц формата А4).

Доклад должен включать следующие составляющие:

- общая характеристика объекта электроснабжения с указанием специфических условий;
- исходные данные для проектирования СЭС;
- оценка результатов проведённых расчётов электрических нагрузок;
- критерии и оценка построения схемы внутреннего электроснабжения, в том числе, трансформаторных подстанций;
- критерии построения схемы внешнего электроснабжения и его характеристика;
- характеристика выбранного основного оборудования СЭС;
- результаты оптимизации компенсации реактивной мощности;
- оценка качества электрической энергии в СЭС;
- краткая характеристика раздела по релейной защите;
- итоговое заключение о представленном к защите проекте электро-снабжения.

Во время доклада на защите пользоваться текстом доклада не рекомендуется. Поэтому при его подготовке нужно дома развесить или разложить демонстрационные плакаты и несколько раз рассказать доклад без обращения к тексту.

Пример доклада (возможно, не идеальный) приведен далее.

## **Пример доклада на защиту ВКР**

**Текст доклада произносится с одновременным выделением указкой на слайдах (чертежах) и переходом от одного слайда (чертежа) к другому**

Тема «Разработка мероприятий повышения качества электроэнергии на участке распределительной сети 10 / 0,4 кВ»

Базовым участком для ВКР принят Сибирский участок распределительных сетей.

### **Переход на Лист 1**

#### **Структура его внешнего электроснабжения:**

- центр питания участка – Подстанция 110/10 кВ «Сибирская» входит в группу транзитных подстанций «западного кольца 110кВ» с подстанциями «Гора», «Петрово», «Турогач», «Завод», «Промысел», «Западногорск» и др. отпаечными, тупиковыми подстанциями.

- центр питания «западного кольца» – системная подстанция 220кВ «Сосновая»:

- Получает мощность : по стороне 220кВ – с ПС «Недра» и Суловской ГРЭС; по стороне 110кВ – с ПС «Родники» и ТЭЦ-18;
- Распределяет мощность: по сторонам 110,35,10кВ.

Большими и малыми стрелками на схеме показано условное потокораспределение мощности.

Расчётная точка токораздела «западного кольца» - ПС «Промысел».

### **Переход на Лист 2**

**Схема ПС 110/10кВ «Сибирская»** - подключена в расщелку «западного кольца» по двум ВЛ-110кВ «Турогач - Сибирская» и «Сибирская – Завод»»

#### Подключение выполнено

- через рабочую перемычку с нормально включенными секционным выключателем 110кВ, линейными разъединителями обеих ВЛ,  
- и ремонтную перемычку с нормально отключенными разъединителями перемычки.

Отбор мощности на силовые трансформаторы 110/10кВ, 16МВА каждый – через типовую схему «Отделитель-Короткозамыкатель».

Типовая схема стороны 10кВ: - двухсекционная;

- два ввода 10кВ с каждого трансформатора;
- нормально отключенный, на АВР

секционный

выключатель 10кВ.

### **Переход на Лист 3**

**Схема распределения по фидерам 10 кВ**– радиальная с неполным резервом на кольцующих разъединителях от фидеров 10кВ соседних подстанций «Турогач» и «Завод».

По ВЛ 10кВ Сибирский резервных связей нет.

Он питает пять ТП 10/0.4 кВ отпайками от основной магистральной ВЛ.  
Это подстанции – п. Нижнее Сибирское, Ферма, п. Верхнее Сибирское, лесоцех ЗЭС, п. Барановка.

**Объект модернизации в ВКР** – сеть 0.4кВ ТП «Лесоцех ЗЭС», выполненная двумя ВЛ-0.4кВ:

Первая – питает щиты удаленной нагрузки технологического корпуса № 1

Вторая – питает остальные основные установки

И вспомогательные – контора, склады, матча освещения, бытовые.

Техническая новизна ВКР – на щитах удалённой нагрузки 0.4кВ технологического корпуса № 1– установка устройств компенсации реактивной мощности КРМ-0.4.

#### **Переход на Лист 4**

#### **Силовая трёхфазная нагрузка обоих щитов:**

- деревообрабатывающие машины;
- и вспомогательное оборудование.

На эти же щиты через свободные автоматы предложено подключить две автоматически регулируемые батареи конденсаторов.

Трансформатор тока ТА-1 – подаёт токовый сигнал в блок управления батареей для подсчёта реального  $\cos\phi$  в каждый момент времени.

Автомат SF-3 защищает и коммутирует все параллельные секции батареи.

С его зажимов взят сигнал линейного напряжения в схему подсчёта  $\cos\phi$ .

Трансформатор тока ТА-2 и амперметр - нужны для контроля общей нагрузки устройства КРМ.

Предохранитель FU- подаёт фазу питания на блок управления батареей, который в зависимости от реально подсчитанного  $\cos\phi$  – подаёт питание на пускатели управления секций.

На сигнальных лампах – собрана схема индикации количества включенных секций.

Каждая секция защищена силовыми предохранителями.

#### **Следствия установки батарей:**

- поднимет  $\cos\phi$  в сети 0.4кВ от ТП «Лесоцех ЗЭС» и снижение потерь;
- поднимет напряжение в сети 0.4кВ ТП «Лесоцех ЗЭС» в часы пиковых нагрузок, т.е. позволит одновременно работать с нормальным напряжением большинству станков и оборудованию;
- увеличит объём выпускаемой продукции за счёт максимальной загрузки оборудования без простоев;

- уменьшит объём закупки готового пиломатериала для нужд сетей у сторонних производителей.

**Для повышения экономической выгоды по потерям и качеству напряжения в проекте предложено и рассчитано:**

- изменение коэффициентов трансформации регуляторами ПБВ на каждой ТП ВЛ-10 кВ Сибирский
- выбраны мероприятия по монтажу, наладке, эксплуатации батарей;
- разработаны типовые бланки переключений для перестановки ПБВ;
- перспективные мероприятия по улучшению качества напряжения и снижения потерь с учётом уже установленных БК.

Спасибо за внимание.



## Приложение. Образцы оформления документов

### 1. Титульный лист

Министерство науки и высшего  
образования РФ

Кафедра  
автоматизации технологических процессов

**УТВЕРЖДАЮ**

**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
БЕРЕЗНИКОВСКИЙ ФИЛИАЛ**

Зав. кафедрой АТП \_\_\_\_\_ А.В.Затонский

« \_\_\_\_\_ » июня 20\_\_ г.

### **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА на соискание степени бакалавра**

На тему Подсистема рейтинга информационной системы кафедры

\_\_\_\_\_  
Студент Герасимова Екатерина Валентиновна ( \_\_\_\_\_ )  
Фамилия Имя Отчество подпись

**Состав выпускной квалификационной работы:**

1. Пояснительная записка на 48 стр.

Руководитель выпускной квалификационной работы

к.т.н., доцент кафедры АТП Варламова С.А. ( \_\_\_\_\_ )  
(должность, Ф.И.О.) подпись

**Березники 200\_ г.**

## 2. Задание на ВКР

Министерство науки и высшего образования РФ

Кафедра  
автоматизации технологических процессов

**УТВЕРЖДАЮ**

**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
БЕРЕЗНИКОВСКИЙ ФИЛИАЛ**

Зав. кафедрой АТП \_\_\_\_\_ А.В.Затонский

« \_\_\_\_\_ » июня 20\_\_ г.

### **ЗАДАНИЕ<sup>1</sup>**

**на выполнение выпускной работы бакалавра**

Фамилия И.О. Герасимова Е.В.

Факультет ФГТУ Группа ЭС-25д

Начало выполнения работы 29 мая 2021 г.

Контрольные сроки просмотра работы кафедрой АТП 20 июня 2021 г

Срок представления на отзыв 22 июня 2021 г.

Защита работы на заседании ГАК 24 июня 2021 г.

Наименование темы Подсистема рейтинга информационной системы кафедры

(Утверждена приказом по университету от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_)

2. Исходные данные к работе \_\_\_\_\_

3. Содержание расчетно-пояснительной записки:

а) основная часть Информационная система, функциональное моделирование предметной области, составление функциональной спецификации ИС, информационное моделирование предметной области, проектирование ИС, реализация, разработка мероприятий по защите информации при работе ИС, разработка документации, тестирование.

<sup>1</sup> Задание на ВКР распечатывается с двух сторон одного листа

4. Перечень графического материала презентация на 18 слайдах

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Дополнительные указания нет

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Основная литература Фленов М.Е. Библия Delphi. Культин Н.Б. Основы программирования в Delphi7. Вендров А. М. CASE–технологии. Современные методы и средства проектирования ИС. Герасимова Е.В., Варламова С.А. Разработка модуля информационной системы расчета рейтинговой оценки знаний студентов.

Руководитель выпускной квалификационной работы бакалавра

к.т.н., доцент кафедры АТП Варламова С.А. (\_\_\_\_\_) (должность, Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ (подпись)

Задание получил «\_\_\_\_\_» июня 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ (подпись)

### 3. Отзыв руководителя

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
Березниковский филиал

#### ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа выполнена

Студентом (кой) \_\_\_\_\_  
Факультет \_\_\_\_\_ *ФТТУ* \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ *автоматизация технологических процессов* \_\_\_\_\_  
Направление *13.03.02 «Электротехника и электроэнергетика»* \_\_\_\_\_  
Наименование темы \_\_\_\_\_  
Руководитель \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., должность, ученое звание, степень)

Текст отзыва:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Памятка руководителю

Руководитель отмечает нижеперечисленные и другие основные качества студента и его выпускной квалификационной работы:

- самостоятельность работы студента;
- умение студента анализировать состояние решаемых задач;
- степень владения математическим аппаратом и компьютерными технологиями;
- степень полноты решения поставленных задач;
- уровень, корректность и глубину приводимых решений;
- ясность, четкость, стиль и уровень грамотности изложения результатов;
- качество оформления пояснительной записки;
- применение современных информационных технологий;
- качество графических материалов;
- оригинальность и новизна полученных результатов;
- достоинства и недостатки выпускной квалификационной работы
- процент оригинальности по данным системы «Антиплагиат».

В заключении отзыва отмечается, что задание на выпускную квалификационную работу бакалавра выполнено полностью (не полностью). Подготовленность студента соответствует (не соответствует) требованиям образовательного стандарта по направлению

*13.03.02 «Электротехника и электроэнергетика»*  
(Код и наименование направления)

Приводится итоговая оценка проделанной работы

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.В. Затонский

Методические указания  
к выполнению выпускных квалификационных работ  
бакалаврами направления  
13.03.02 «Электротехника и электроэнергетика»

Корректор Н.В. Шиляева

Лицензия ЛР № 020370

---

Подписано в печать: 20.01.2021 Форма 60x90/16. Набор компьютерный. Усл.  
печ. л. 1,8. Уч.-изд. л. 1,67. Тираж 100. Заказ №\_\_\_\_

---

Редакционно-издательский отдел ПНИПУ