

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения

М.Н. Нестеров
« 15 » 10 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор энергетического института

А.В. Белоусов
« 15 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Энергетический институт

Кафедра электроэнергетики и автоматики


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составители: _____

канд. техн. наук _____



Д.А. Прасол

А.С. Солдатенков

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 13 » 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 15 » 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____



А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты; принцип действия защит; основные типы реле и микропроцессорных устройств релейной защиты; особенности выполнения защит на постоянном и переменном оперативном токе; принцип действия трансформаторов тока и напряжения; типы автоматики электрических сетей;</p> <p>уметь: рассчитывать уставки защит, строить карты селективности; с помощью технической документации производить выбор трансформаторов тока и напряжения, средств релейной защиты (электромагнитных реле или микропроцессорных блоков защит);</p> <p>владеть: основами выбора средств релейной защиты и автоматики; методами оценки действия защит с помощью коэффициентов чувствительности; методиками выбора трансформаторов тока и расчета защит</p>
2	ПК-7	Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: основные методики расчетов параметров релейной защиты и основных видов автоматики с целью обеспечения бесперебойного электроснабжения технологического процесса;</p> <p>уметь: определять объем защит на основании требований Правил устройства электроустановок (ПУЭ), составлять схемы и производить расчет основных видов защит при условии требуемой чувствительности и надежности; строить карты селективности;</p> <p>владеть: методами расчета параметров срабатывания релейной защиты энергообъектов электроэнергетической системы с помощью основных программ: Microsoft Excel, Visio, Mathcad. Навыками построения электрических схем в программах AutoCAD, Visio</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Физика
3	Начертательная геометрия и инженерная графика
4	Информатика
5	Теоретические основы электротехники
6	Программирование и основы алгоритмизации
7	Электрические аппараты
8	Электрические машины
9	Электрические измерения
10	Электроника
11	Автоматизированные системы контроля и учета энергии
12	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
13	Электрические станции и подстанции
14	Электроэнергетические системы и сети
15	Пакеты прикладных программ в электроэнергетике
16	Электроснабжение цеховых электроприемников
17	Основы электропривода
18	Управление электромеханическими системами
19	Техника высоких напряжений
20	Электрофизические процессы в диэлектриках
21	Умные энергетические микросети зданий
22	Проектирование систем электроснабжения зданий

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Эксплуатация систем электроснабжения
2	Эксплуатация электрооборудования станций и подстанций
3	Преддипломная практика
4	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	2	214
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	24	2	22
лекции	8	2	6
лабораторные	8	–	8
практические	8	–	8
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	192	–	192
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графические задания	18	–	18

<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	138	–	138
Форма промежуточная аттестация(зачет, экзамен)	36	–	Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения о релейной защите и автоматике					
1.1	Назначение релейной защиты и автоматики. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы электрических сетей. Основные виды релейной защиты и автоматики	2	–	–	–

Курс4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения о релейной защите и автоматике					
1.2	Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Основные принципы действия защит. Селективность, чувствительность, быстродействие и надежность защиты. Быстродействующие защиты. Резервирование защит	2	–	–	10
1.3	Трансформаторы тока. Принцип действия. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока, анализ их работы при различных видах коротких замыканий. Коэффициент схемы. Классы точности трансформаторов тока	1	–	1	14
1.4	Трансформаторы напряжения. Назначение, особенности, классификация. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов напряжения. Классы точности обмоток. Использование трансформаторов напряжения для построения отдельных видов защит. Защиты минимального напряжения	1	–	1	10

1.5	Основные обозначения элементов на принципиальных схемах релейной защиты. Принципиальные, монтажные и структурные схемы. Виды основных цепей. Названия элементов схемы в соответствии с ГОСТ. Пояснения и комментарии к схемам.	–	2	–	12
1.6	Реле. Основные типы реле. Устройство и назначение. Реле тока. Реле напряжения. Указательные реле. Промежуточные реле. Реле времени. Реле на полупроводниковой и микропроцессорной элементной базе. Реле для автоматического повторного включения. Бистабильные реле.	1	–	–	12
1.7	Оперативный ток в цепях релейной защиты. Особенности выполнения схем релейной защиты и автоматики на постоянном оперативном токе. Особенности выполнения схем на переменном оперативном токе. Специализированные блоки питания для защит и работы выключателей на переменном оперативном токе.	1	–	–	8
2. Релейная защита в распределительных сетях до 35 кВ					
2.1	Токовые ненаправленные и направленные защиты. Классификация. Принципы построения токовых защит, их структурные схемы и параметры: токи срабатывания и возврата, время срабатывания, коэффициент чувствительности. Первая ступень токовой защиты. Основные параметры, структурная и принципиальные схемы, порядок расчета, область применения	1	1	4	10
2.2	Вторая ступень токовой защиты. Основные параметры, структурная и принципиальные схемы, порядок расчета, область применения. Отстройка максимальной токовой защиты. Независимые и зависимые характеристики. Выдержка времени на срабатывание. Понятие ступени селективности.	1	1	–	8
2.3	Релейная защита и автоматика распределительных пунктов до 10 кВ. Принципы построения. Выбор параметров. Согласование защит с помощью карт селективности. Выбор трансформаторов тока и их проверка с помощью кривых предельной кратности.	–	1	–	8
2.4	Карта уставок защит распределительных пунктов до 10 кВ. Основные защиты ввода, секционного выключателя, трансформатора напряжения, отходящих линий с воздушным и кабельным выводом, линий к трансформаторам.	–	1	–	6
3. Релейная защита в сетях напряжением выше 35 кВ					
3.1	Релейная защита силовых трансформаторов. Виды повреждений в силовых трансформаторах и способы защиты от них. Ненормальные режимы работы трансформаторов и защита от них. Основные и резервные защиты трансформаторов.	–	1	–	10

3.2	Дифференциальная защита силовых трансформаторов. Назначение и принцип действия. Особенности выполнения. Схемы дифференциальных защит. Дифференциальная токовая отсечка. Дифференциальная токовая защита с торможением. Построение тормозной характеристики дифференциальной защиты.	–	1	2	10
3.3	Токовые защиты нулевой последовательности. Расчет и выбор уставок ступеней. Зоны срабатывания ступеней защиты. Отсройка защиты от тока небаланса.	–	–	–	16
3.5	Основные виды автоматики. Автоматический ввод резерва (АВР), восстановление нормального режима работы системы (ВНР), автоматическое повторное включение (АПВ), устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ), логическая защита шин(ЛЗШ).	–	–	–	4
ВСЕГО		8	8	8	138

4.2.Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Общие сведения о релейной защите и автоматике	Основные обозначения элементов на принципиальных схемах релейной защиты. Принципиальные, монтажные и структурные схемы релейных защит. Виды основных цепей	2	2
2	Релейная защита в распределительных сетях до 35 кВ	Расчет токовых отсечек ненаправленных и направленных защит. Расчет токов срабатывания защиты. Расчет токов срабатывания и возврата реле. Определение коэффициента чувствительности.	1	1
		Расчет максимальных токовых защит ненаправленных и направленных защит. Расчет токов срабатывания защиты. Расчет токов срабатывания и возврата реле. Определение коэффициента чувствительности и времени срабатывания. Построение карты селективности	1	1
		Выбор трансформаторов тока и их проверка с помощью кривых предельной кратности	1	1
		Основные защиты ввода, секционного выключателя, трансформатора напряжения, отходящих линий с воздушным и	1	1

		кабельным выводом, линий к трансформаторам		
3	Релейная защита в распределительных сетях напряжением выше 35 кВ	Релейная защита силовых трансформаторов	1	1
		Дифференциальная защита силовых трансформаторов. Назначение и принцип действия. Особенности выполнения. Схемы дифференциальных защит.	1	1
		ВСЕГО	8	8

4.3.Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-вочасов	К-во часов СРС
семестр №8				
1	Общие сведения о релейной защите и автоматике	Схемы соединения измерительных трансформаторов тока и напряжения (лабораторный стенд РЗ.001 РБЭ (908))	2	2
2	Релейная защита линий	Максимальная токовая защита/отсечка двух линий электропередачи с односторонним питанием (лабораторный стенд РЗ.001 РБЭ (908))	2	2
3	Релейная защита линий	Максимальная токовая защита/отсечка линий электропередачи в сети с двусторонним питанием (лабораторный стенд РЗ.001 РБЭ (908))	2	2
4	Защита и автоматика станций и потребителей	Дифференциальная защита трансформатора (лабораторный стенд РЗ.001 РБЭ (908))	2	2
		ВСЕГО:	8	8

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Общие сведения о релейной защите и автоматике	<p>1. Основные виды повреждений и ненормальной работы электрической сети. Короткие замыкания. Перегрузки. Понижение и повышение частоты.</p> <p>2. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Селективность. Чувствительность. Быстродействие. Надежность.</p> <p>3. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока в звезду, неполную звезду. Схема соединения трансформаторов тока в треугольник, а обмоток реле в звезду. Схема соединения с двумя трансформаторами тока и одного реле, включенного на разность токов двух фаз.</p> <p>4. Реле тока серии РТ 40. Назначение и принцип действия.</p> <p>5. Схема соединения трансформаторов тока в фильтр нулевой последовательности.</p> <p>6. Трансформаторы напряжения. Устройство и схема включения. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов напряжения. Допустимые погрешности трансформаторов напряжения.</p> <p>7. Основные типы реле. Токовые реле. Реле напряжения. Промежуточные реле. Указательные реле.</p> <p>8. Условные обозначения элементов на принципиальных электрических схемах. Показать обозначения катушки реле, нормально разомкнутых и нормально замкнутых контактов, контактов реле с выдержкой времени на включение и отключение. Показать обозначение двухпозиционного переключателя с самовозвратом в нулевое положение.</p> <p>9. Реле тока серии РТ 80. Назначение и принцип действия. Характеристика срабатывания реле. Перечислить основные типы реле.</p>
Релейная защита в распределительных сетях до 35 кВ	<p>1. Токовая отсечка. Назначение, расчет уставок, условия отстройки.</p> <p>2. Максимальная токовая защита. Назначение, расчет уставок, условия отстройки.</p> <p>3. Релейная защита распределительных пунктов сетей до 10 киловольт. Виды токовых защит присоединений.</p> <p>4. Проверка вторичных обмоток трансформаторов тока, предназначенных для защиты, по кривым предельной кратности. Критерий пригодности выбранного трансформатора тока для подключения устройств релейной защиты.</p>

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Релейная защита в сетях напряжением выше 35 кВ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Релейная защита силовых трансформаторов. Требования к выполнению защит силовых трансформаторов. 2. Дифференциальная защита силовых трансформаторов. Виды дифференциальной защиты. Дифференциальная токовая отсечка. Дифференциальная защита с торожением. 3. Газовая защита, защита от повреждений внутри бака трансформатора и устройства регулирования под напряжением (РПН). 4. Резервная защита силового трансформатора. 5. Защита от перегрузки силового трансформатора. 6. Ступенчатые защиты воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением выше 35 киловольт. Определение и основные принципы построения защит. 7. Дистанционные защиты линий электропередачи. Основные элементы дистанционной защиты. Расчет ступеней дистанционной защиты. Ее недостатки и достоинства. 8. Токовая защита нулевой последовательности. Принципы выполнения. Расчет уставок ступеней 10. Релейная защита на подстанциях 110/35/10 киловольт (далее по тексту кВ). Принципы построения. Схема распределения защит по трансформаторам тока и напряжения. Основные виды защит. Основные и резервные защиты. Защиты с абсолютной селективностью 11. Краткий обзор устройств релейной защиты и автоматики подстанций 110/35/10 кВ на микропроцессорной элементной базе. 12. Основные виды автоматики. Автоматический ввод резерва (АВР), автоматика восстановления нормального режима схемы (ВНР), устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ), автоматическая частотная разгрузка (АЧР), автоматическое повторное включение (АПВ). 13. Защита от дуговых замыканий с контролем по току. Логика срабатывания. 14. Микропроцессорное устройство защиты и автоматики «Сириус-Т-3». Назначение. Структурная схема. Основные виды защит, выполняемые устройством. Основные виды автоматики, выполняемые устройством. 15. Микропроцессорное устройство защиты и автоматики «Сириус-УВ». Назначение. Структурная схема. Основные виды защит, выполняемые устройством. Основные виды автоматики, выполняемые устройством. 16. Системы постоянного оперативного тока. Расчет параметров аккумуляторной батареи. 17. Защита от дуговых замыканий с контролем по току. Логика срабатывания. 18. Логическая защита шин. Последовательная и параллельная схемы включения. 19. Автоматический ввод резерва. Логика работы. 20. Микропроцессорное устройство защиты и автоматики «Сириус-2В». Назначение. Структурная схема. Основные виды защит, выполняемые устройством.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

5.3. Расчетно-графическое задание.

Расчетно-графическое задание имеет целью ознакомить студентов с наиболее часто встречающимися в практике токовыми защитами отходящих линий сети 6 – 10 киловольт и закрепить их знания, получаемые на практических занятиях.

В процессе выполнения задания студент должен ознакомиться с текущей справочно-каталожной информацией (в соответствии с ПК-3), выбрать необходимые приборы и аппараты, произвести необходимые расчеты, определить пригодность предварительно выбранных трансформаторов тока по возможности работы токовой цепи в заданном классе точности, привести схему принципиальную отходящей линии и перечень элементов (в соответствии с ПК-7).

Тема: Релейная защита распределительных сетей 6(10) кВ

1. Расчетная часть:

На рисунках 1-4 представлены расчетные схемы линии электропередачи (ЛЭП) 6(10) кВ. ЛЭП питается от камеры сборной одностороннего обслуживания (далее по тексту КСО), установленной в распределительном пункте 6 или 10 кВ. В камере установлены устройства релейной защиты, действующие на отключение выключателя. Для данного присоединения:

- Произвести выбор коэффициентов трансформации трансформаторов тока в их проверку по кривым предельной кратности.

- Произвести расчет токовых защит (максимальная токовая защита (МТЗ), токовая отсечка).

- Выполнить выбор высоковольтных предохранителей (серии ПКТ), защищающих силовые трансформаторы в КТП, установленных на ЛЭП. Построить карту селективности выбранных предохранителей и принятых уставок защиты. За время срабатывания МТЗ принять $t=0,5$ с.

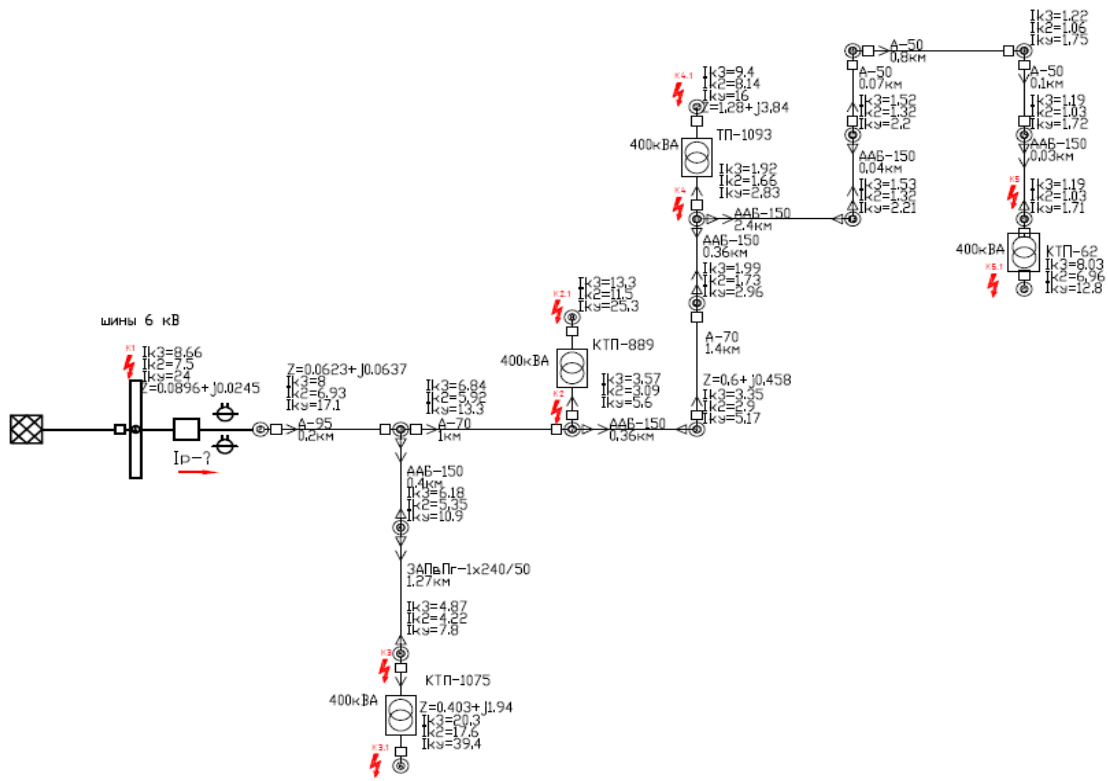


Рисунок 1.

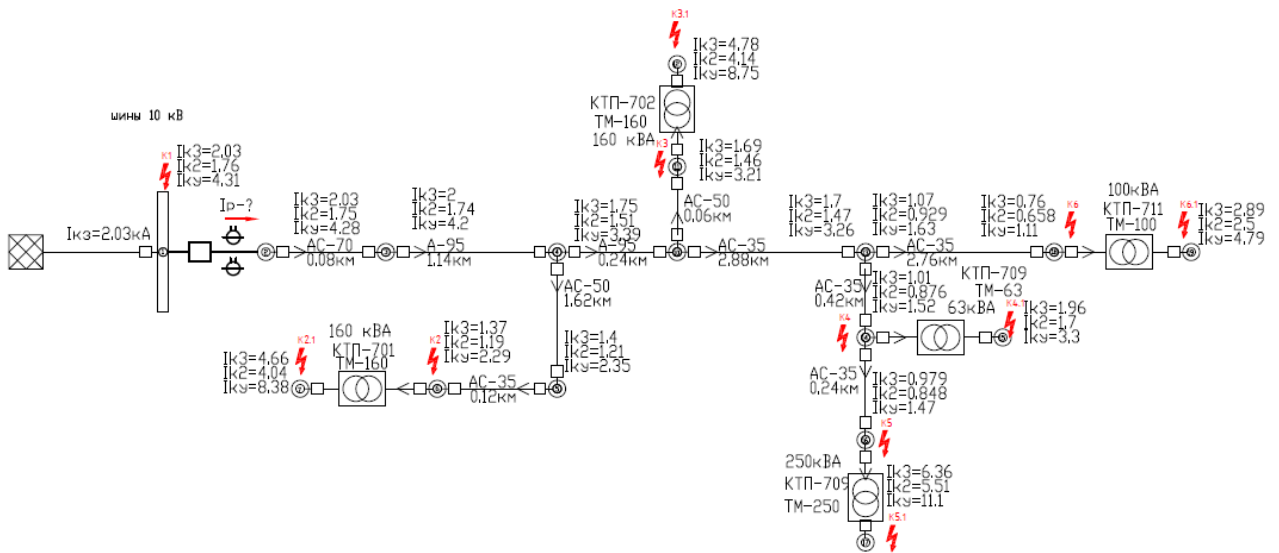


Рисунок 2.

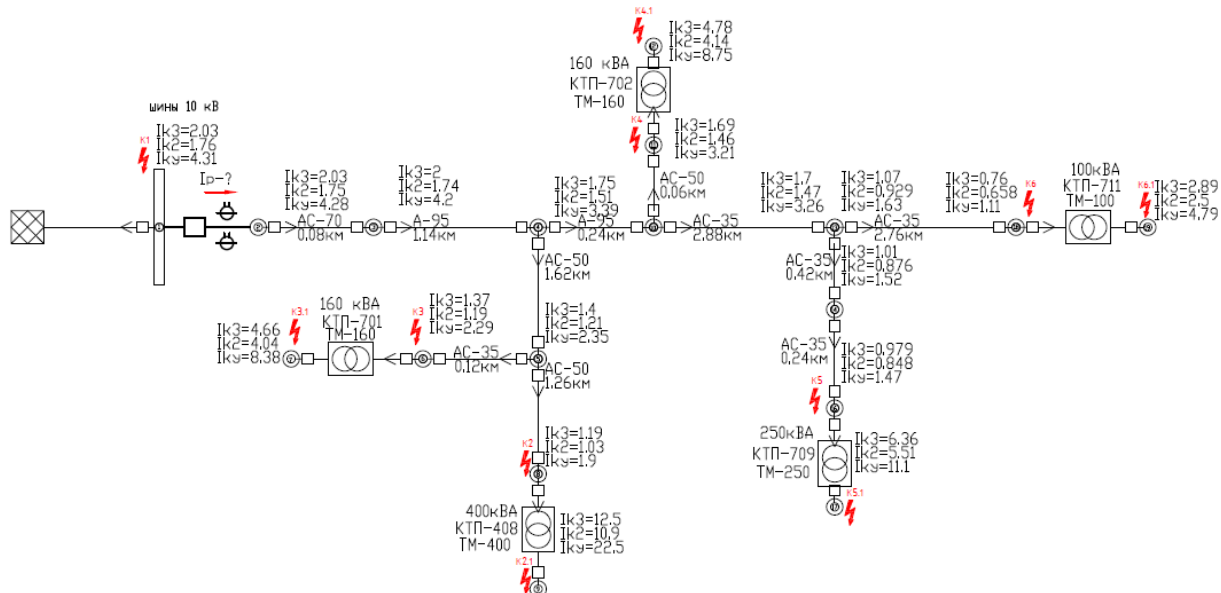


Рисунок 3.

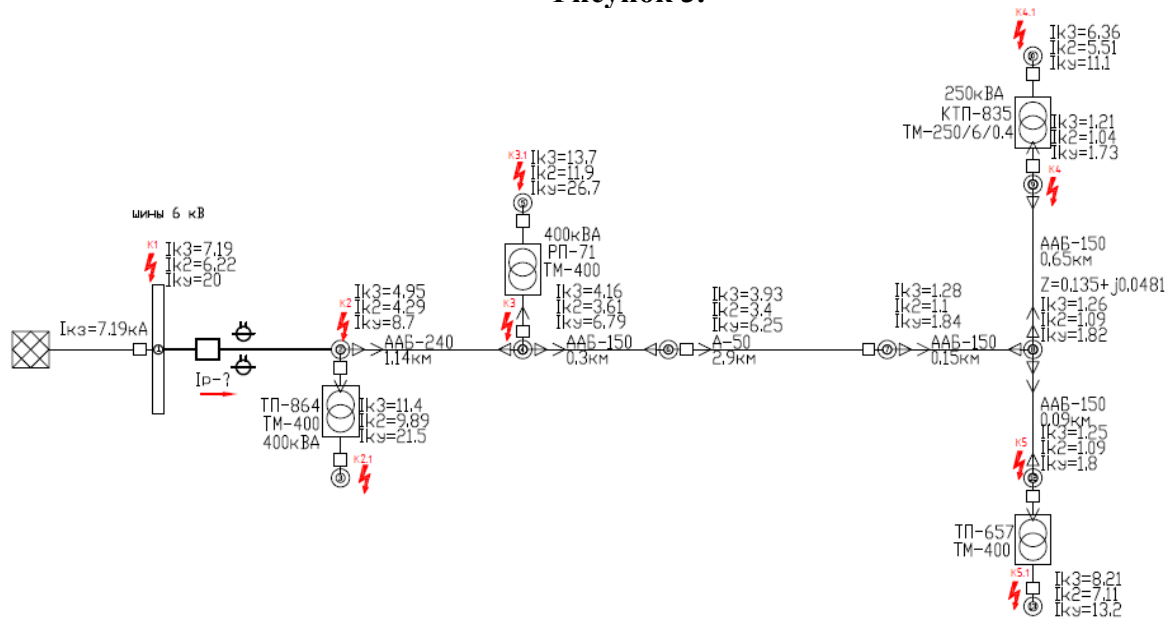


Рисунок 4.

Результаты расчетов оформить в виде таблиц:

Таблица 1.

Результаты выбора коэффициентов трансформации трансформаторов тока, и их проверка

Параметр	Значение
Место установки ТТ	
Назначение кернов	
Коэффициент трансформации ТТ (перв./вторичн.)	
$\Pi_{ТТ}$	
$I_{(3)\max}$ (значение 3-ф КЗ) или $I_{(1)\max}$ (значение 1-ф КЗ), $I_{кз.\max}$, [А]	
$I_{сз}$ (значение сраб.заш.), [А] (уставка МТЗ, ТО, ЛЗШ)	
Вид КЗ	

Схема сборки ТТ ("звезда"-Y, "треугольник"-Δ)		
Значение тока срабатывания, $I_{расч}$ [А] (первичн./вторичн.)		
Длина подключаемого провода, L , [м]		
Сечение подключаемого провода, s , [мм.кв.]		
Максимальная потребляемая мощность подключаемых устройств РЗА к втор.обмотке ТТ, [ВА]:		
Реле (терминал РЗА), $S_{реле}$		
Блок питания "Орион" (если есть), $S_{бп}$		
Блок управления выключателем (если есть), $S_{бпвв}$		
Амперметр (если есть), S_a		
Значение переходного сопротивления, $R_{пер}$ [Ом]		
Сумм.сопротивлениеустр. РЗА, [Ом]	$Z_{сумм}=S_{сумм}/I_{ном}^2=(S_{реле}+S_{бп}+S_{бпвв})/I_{ном}^2$	
Сопротивление провода, [Ом]	$R_{пр}=L \times \rho / s$	
Расчитанное значение фактического сопротивления на обмотке ТТ, [Ом]		
Фактическая мощность вторичной обмотки ТТ, [ВА]	$S_{ф}=Z_{ф} * I_{ном}^2$	
Расчетная кратность первичного тока	$K(10)=1,1 * I_{расч}/I_{ном}$	
Номинальная мощность вторичной обмотки ТТ $S_{ном}$, [ВА]		
Выбор характеристики КПК, $K=f(Z)$ или $K=f(S)$		
Допустимое сопротивление на вторичной обмотке (по кривой КПК $K=f(Z)$) $Z_{доп}$, [Ом] или допустимая мощность на вторичной обмотке (по кривой КПК $K=f(S)$) $S_{доп}$, [ВА]		
Выполнение условия $Z_{ф} < Z_{доп}$ (или $S_{ф} < S_{доп}$)		

Таблица 2.

Результаты расчёта токовых защит (МТЗ и токовая отсечка)

Параметр	Значение
Номинальное напряжение, U_n , [кВ]	
ТКЗ максимальный в месте установки защиты, $I_{(кз3)max}$, [А]	
ТКЗ минимальный в месте установки защиты, $I_{(кз2)min}$, [А]	
Рабочий ток. $I_{раб}$, [А]	
Расчитанная величина $4,5 * \sum I_{ном}$, А	
ТКЗ максимальный в конце защищаемого участка, $I_{(кз3)max}$, [А]	
ТКЗ минимальный в конце защищаемого участка, $I_{(кз2)min}$, [А]	
Максимальный ток 3-фазного КЗ на стороне НН, $I_{кз max}$, [кА]	
Ток 3-фазного КЗ, приведенный к стороне ВН, [А]	
коэффициент надежности отстройки, k_n	
коэффициент схемы, $k_{сх}$	
коэффициент самозапуска, $k_{сз}$	
коэффициент возврата максимальных реле тока, k_a	
Коэффициент трансформации трансформаторов тока $K_{тТ} = I_{внТТ} / I_{ннТТ}$	
$I_{внТТ}$, А	
$I_{ннТТ}$, А	

Уставка МТЗ высшей ступени, $t_{вс}$, с					
Минимальное значение, Δt , с					
Ступень	Параметр срабатывания	Условие выбора	Расчет		
1 ступень - ТО	$I_{сз}(ТО)$	Отстройка от максимального тока КЗ	$I_{сз} = K_n * I_{кз\ max}$, А		
	Отстройка от бросков тока намагничивания трансформаторов, включаемых на «холостой ход».		$I_{сз} > 5 * \sum I_{ном}$, А		
	Отстройка от максимального тока КЗ на стороне НН приведенного на сторону ВН.		$I_{сз} > I_{(кз3)макс.нприв} * 1,3$		
	Определение коэффициента чувствительности ТО		$K_{чув(макс)} = I_{кз(3)макс} / I_{сз}(ТО)$		
	Значение уставки во вторичных величинах		$I_{ср} = I_{сз} / K_{тт}$		
	Уставка времени срабатывания ТО, $t_{то}$, с				
2 ступень - МТЗ	$I_{сз}(МТЗ)$	Несрабатывание при токах послеаварийных перегрузок	$K_n * K_{сзп} * I_{нагр} / K_{в}$		
	Определение коэффициента чувствительности МТЗ		$K_{чув(мин)} = I_{кз(2)мин} / I_{сз(мтз)}$		
	Значение уставки во вторичных величинах		$I_{ср} = I_{сз} / K_{тт}$		
	Уставка времени срабатывания ТВ, $t_{тв}$, с		$t_{тв} = t_{тввс} - n * \Delta t$, п - кол.-во ступеней		

В расчетной части РГЗ необходимо привести кривую предельной кратности, по которой производилась проверка выбранных трансформаторов тока и построенную карту селективности рассчитанных защит отходящей линии и выбранных высоковольтных предохранителей, защищающих комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

2. Графическая часть:

Представить электрическую принципиальную схему камеры КСО «отходящая линия». Схема должна содержать:

- Токовые цепи,
- Цепи управления выключателем,
- Цепи сигнализации срабатывания защит,
- Перечень элементов.

Все элементы схемы (реле, трансформаторы тока) должны соответствовать выбранным в расчетной части задания. Схема должна быть выполнена на переменном оперативном токе.

3. Варианты выполнения задания:

№ рисунка	Тип трансформаторов тока	Тип выключателя в ячейке	Вариант подключения трансформаторов тока	Тип реле (МТЗ)	Тип реле (ТО)	Вариант задания
1	ТОЛ-СЭЩ-10	ВВТЕЛ-10-20/1000	Неполная звезда	серии РТ-40	серии РТ-40	1
1	ТПЛ-10-К	ВВТЕЛ-10-20/1000	Неполная звезда	серии РТ-40	серии РТ-40	2
2	ТОЛ-СЭЩ-10	ВВТЕЛ-10-20/1000	Неполная звезда	серии РТ-40	серии РТ-40	3
4	ТПОЛ-10	ВВТЕЛ-10-20/1000	Неполная звезда	серии РТ-40	серии РТ-40	4
3	ТОЛ-СЭЩ-10	ВВТЕЛ-10-20/1000	Неполная звезда	серии РТ-40	серии РТ-40	5
4	ТОЛ-СЭЩ-10	ВВТЕЛ-10-20/1000	Неполная звезда	серии РТ-40	серии РТ-40	6

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Андреев, Василий Андреевич. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. А. Андреев, 2008. - 640 с.
2. Басс, Элеонора Исааковна. Релейная защита электроэнергетических систем [Текст]: учеб. пособие: рек. УМО / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. В. Г. Дьякова, 2002. - 296 с.
3. Шабад М.А. Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. –СПб.: Энергоатомиздат, 1985.- 295 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Булычев, А. В. Релейная защита в распределительных сетях [Электронный ресурс]: пособие для практических расчетов / А. В. Булычев, А. А. Наволочный. – М.: ЭНАС, 2011. – 206с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58493>.
2. Юндин, М. А. Токовая защита электроустановок [Электронный ресурс] : учеб.пособие /М. А. Юндин. – СПб.: Лань, 2011. – 288 с. – Режим доступа:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1802.
3. Плащанский, Л. А. Основы электроснабжения. Раздел «Релейная защита электроустановок» [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Л. А. Плащанский. – М.: Московский государственный горный университет, 2008. – 143с. – Режим доступа:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99348>.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Механотроника. Интеллектуальные устройства релейной защиты. [Электронный ресурс].— Режим доступа:www.mtrele.ru. — Заглавие с экрана.

2. Устройства РЗА БЭМП официальный раздел сайта АО ЧЭАЗ. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rza.cheaz.ru/> — Заглавие с экрана.

3. Ивановский электротехнический завод [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://ekta-electric.ru/docs/tipovoj_proekt/#1 — Заглавие с экрана.

4. RZA/ ORG. UA. Все о релейной защите [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rza.org.ua/forum/> — Заглавие с экрана.

5. Электротехнический форум [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.proektant.org/index.php?board=441.0>. — Заглавие с экрана.

6. Форум ceshka.ru [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ceshka.ru/forum/viewforum.php?f=28>. — Заглавие с экрана.

7. Виртуальный музей релейной защиты и противоаварийной автоматики [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://museumrza.ru/> — Заглавие с экрана.

8. Релейная лаборатория ВУ/TEL-220-05А - Функциональная схема блока управления [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://rzalab.narod.ru/bu_tel_schema.html. — Заглавие с экрана.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная доской и презентационной техникой (ноутбук, проектор, экран), комплектом электронных презентаций.

Лабораторные занятия:

– учебный программно-методический комплекс РЗ.001 РБЭ (908) «Релейная защита электроэнергетических систем» на базе учебного лабораторного комплекса «Модель электрической системы с узлом комплексной нагрузки» производства Инженерно-производственного центра «Учебная техника» (ауд. 223);

– специализированный компьютерный класс М424, оснащенный презентационной техникой (проектор AcerProjector P1165) и персональными компьютерами (IntelCore i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ АОС 23,8"/ ASUSDRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет:

При проведении занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft Windows 10 Корпоративная (№ дог. E04002C51M), Microsoft Office Professional Plus 2016 (№ дог. E04002C51M), Microsoft Visio Professional 2013 (№ дог. E04002C51M), Autodesk AutoCAD 2017 (№ дог. 7053026340), Autodesk AutoCAD Electrical 2017 (№ дог. 7053026340), PTC MathCAD Prime Express (распространяется свободно).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от « 11 » 06 2016 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

1. Сайт Ретро-РЗиА и форум Советы бывалого релейщика от Google [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.retro-rzia.ru/link/o-8.html>. — Заглавие с экрана.
2. Форум «Электрик» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.electrik.org/forum/index.php?showtopic=12971>. — Заглавие с экрана.
3. Начинающему проектировщику. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dororz.ru/pro1.html>. — Заглавие с экрана.
4. Библиотека РЗА [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dororz.ru/lib.html>. — Заглавие с экрана.
5. Релейная лаборатория. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rzalab.narod.ru/ustr.html>. — Заглавие с экрана.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от « 10 » 06 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____  А.В. Белоусов

Список изменений и дополнений в рабочей программе

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

1. Релейная защита. Книги РЗА [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://rzalab.narod.ru/dokum.html>. — Заглавие с экрана.

2. Форум Релейная защита. [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://forum.dwg.ru/showthread.php?t=51252>. — Заглавие с экрана.

3. Релейная и дуговая защита. [Электронный ресурс].— Режим доступа: https://www.schneider-electric.ru/ru/work/solutions/for-business/s4/electric-utilities-protection-relays/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=y_se_Energy_sepam_search&utm_content=5275605467|12145324106&utm_term=P3A. — Заглавие с экрана.

**Рабочая программа без изменений и дополнений утверждена на
2018/2019 учебный год**

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » 05 2018 г.

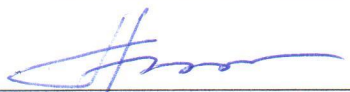
Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

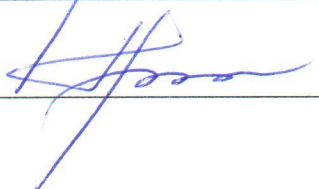
Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО



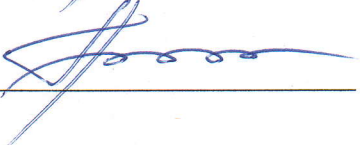
А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов