

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

РЕКОМЕНДОВАНО
К УТВЕРЖДЕНИЮ:


Декан факультета Компьютерных технологий,
вычислительной техники и энергетики,
председатель совета


Подпись Юсуфов Ш.А.
Ф.И.О.

«14» 09 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
председатель методического
совета ДГТУ


Подпись Суракатов Н.С.
Ф.И.О.

«20» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЬ)

Дисциплина Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем Б1.Б.17
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
шифр и полное наименование направления

по профилю «Электроэнергетические системы и сети»

факультет Компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Электроэнергетики и возобновляемых источников энергии
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника (степень) бакалавр
бакалавр (специалист)

Форма обучения очная, курс 4 семестр (ы) 7
очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 4 ЗЕТ (144ч.)

лекции 34 (час); экзамен ---
(семестр) 1

практические (семинарские) занятия 17 (час); зачет 7
(семестр)

лабораторные занятия 34 (час); самостоятельная работа 59 (час);

курсовой проект (работа, РГР) 7 (семестр).

Зав. кафедрой 
подпись

Гамзатов Т.Г.
Ф.И.О.

Начальник УО 
подпись

Магомаева Э.В.
Ф.И.О.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата)

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры

от 12.09.18 года, протокол № 1

/ Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)

«Электроэнергетические системы и сети»



подпись

Гамзатов Т.Г.

Ф.И.О.

ОДОБРЕНО:

Методической комиссией

по укрупненной группе направления подготовки

13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика»

шифр и полное наименование

Председатель МК

 _____

Хазамова М.А.

Подпись

Ф.И.О.

«14» 09 2018 г.

АВТОР ПРОГРАММЫ:

Агаев У.А.

Ф.И.О., уч. степень, ученое звание, подпись

ст. преподаватель



«10» 09 2018 г.

1. Цели освоения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Целями освоения дисциплины являются приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности систем электроснабжения с помощью средств релейной защиты и автоматики (РЗА).

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение понятий и принципов теории релейной защиты и автоматизации систем;
- изучение основных методов и средств защиты систем электроснабжения от повреждений и ненормальных режимов функционирования;
- овладение навыками проектирования, анализа и синтеза систем РЗА с использованием современных информационных технологий;
- приобретение умений правильно выбирать, наладивать и эксплуатировать средства РЗА энергетических объектов;
- приобретение навыков формирования законченных представлений о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта с его публичной защитой.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» относится к дисциплинам базовой части учебного плана. Дисциплина логически и содержательно - методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Процесс изучения, дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);
- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

Студент, изучающий постоянную дисциплину должен:

- **знать:**

- Основные понятия и принципы построения релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения; физические явления в аппаратах РЗА и основные теории их функционирования;
- Элементную базу, характеристики, эксплуатационные требования и регулировочные свойства современных средств релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения;
- Структурные и упрощенные принципиальные схемы основных типов систем РЗА

-**уметь:**

- применять электромеханические, электронные и микропроцессорные средства РЗА для контроля значений электрических величин с целью защиты электроэнергетических объектов;
- выбирать и реализовывать эффективные режимы работы средств РЗА по заданным методикам;
- правильно эксплуатировать средства РЗА энергетических объектов, проводить ремонтные и профилактические работы;
- составлять и оформлять оперативную документацию, предусмотренную правилами эксплуатации средств РЗА;
- обосновывать принятые технические решения на основе анализа их технологических, экономических и экологических последствий.

- **владеть:**

- методами расчёта основных параметров и характеристик средств РЗА;
- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации в сфере релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения;
- методиками проектирования наиболее распространённых средств РЗА;
- способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде технического отчёта с его публичной защитой.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы - 144 часа, в том числе лекционных 34 часов, практических 17 часа, лабораторные 34 часа, СРС 59 часов, форма отчетности : 7 семестр – зачет, курсовой проект.

4.1. Содержание дисциплины:

Основные преобразователи тока и напряжения в схемах релейной защиты; принципы построения защит; защита основных элементов энергосистем: высоковольтных линий, трансформаторов, генераторов, двигателей и шин; автоматическое повторное включение; автоматическое включение резерва; противоаварийная автоматика.

№ п.п.	Раздел дисциплины. Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Лекция 1 Тема: «Назначение и виды системной и технологической автоматики» 1. РЗ как первая ступень противоаварийной автоматики. 2. Требования предъявляемые к защитам (селективность, быстрдействие, надежность)	7	1,2	4	2	4	6	Входная контрольная работа

2.	Лекция 2 Тема: «Измерительные преобразователи» 1. Назначение трансформаторов тока в защите. 2. Назначение трансформаторов напряжения в защите.	3	4	2	4	6	
3.	Лекция 3 Тема: «Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины» 1. Максимальные токовые защиты. 2. Токовые ступенчатые защиты. 3. Максимальные токовые защиты. 3. Дистанционная защита	4,5	4	2	4	8	Контрольная работа №1
4.	Лекция 4. Тема: «Принципы действия защит, основанных на сравнении контролируемых величин.» 1. Продольная и поперечная дифференциальные защиты. 2. Дифференциальная фазовая защита. 4. Направленная защита с блокировкой, высокочастотные каналы связи.	6,7	4	2	4	8	
5.	Лекция 5 Тема: «Защита трансформаторов и автотрансформаторов» 1. Виды повреждений. 2. Защиты от внутренних повреждений. 3. Защиты от внешних повреждений. «Микропроцессорная защита и автоматика трансформаторов типа «Сириус-Т, Сириус-3Т»»	8,9	4	2	4	7	Контрольная работа №2
6.	Лекция 6 Тема: «Защита синхронных генераторов» 1. Виды повреждений. 2. Защиты от внутренних повреждений. 3. Защиты от внешних повреждений.	10,11	4	2	4	6	
7.	Лекция 7 Тема: «Защита электродвигателей и шин станций и подстанций» 1. Виды повреждений. 2. Защиты от внутренних повреждений. 4. Защиты от внешних повреждений.	12,13	4	2	4	6	
8	Лекция 8 Тема: «Автоматическое повторное включение» 1. Трехфазное АПВ. 2. Однократное и двукратное АПВ. 3. Двустороннее АПВ	14,15	4	2	4	6	Контрольная работа №3
9.	Лекция 9 Тема: «Автоматическое включение резерва» 1. Требования к устройствам. 2. АВР на постоянном токе. АВР на переменном токе.	16,17	2	1	2	6	
	3. Всего		34	17	34	59	зачет

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторного занятия	Кол-во часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4
1.	-конструкция токового реле ; -конструкция индукционного токового реле ; -конструкция реле направления мощности ; -конструкция промежуточного реле ;	4	Методическая разработка №.1
2.	Схемы соединения обмоток измерительных трансформаторов тока	4	Методическая разработка №.2
3.	-Испытание электромагнитного реле; -Испытание индукционного реле; -Испытание устройств для создания выдержки времени;	4	Методическая разработка №.3
4.	Испытание реле направления мощности; Проверка цепей дифференциальной токовой защиты трансформатора;	4	Методическая разработка №.4
5.	Испытание трансформатора тока нулевой последовательности для защиты от токов замыкания на землю; Настройка уставок максимальной токовой защиты;	4	Методическая разработка №.5
6.	Настройка максимальной токовой направленной защиты и устройства АПВ на линиях электропередачи кольцевой сети с одним источником	4	Методическая разработка №.6
7.	Автоматическое управление включением синхронного генератора на параллельную работу	6	Методическая разработка №.7
8.	Автоматическое резервное включение секционного выключателя понизительной подстанции	4	Методическая разработка №.8
		34	

4.3. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия	Кол-во часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1.	Лекция №1,2	Методы расчета токов короткого замыкания для релейных защит и автоматики	4	2,4
2.	Лекция №3,4,5	Расчет параметров токовых защит	4	2,4
3.	Лекция №6	Расчет дистанционных защит линий	4	2,4
4.	Лекция №7	Расчет защит трансформаторов	2	1,3,5
5.	Лекция №8,9	Расчет защит генераторов	3	1,2,5
	ИТОГО		17	

4.4 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Измерительные органы устройств релейной защиты и автоматики	12	1,3,4	Устный опрос
2	Защита замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью.	15	1,3	Тестирование
3	Статические реле защит	8	1,5	Реферат
4	АПВ шин	12	1,5	Устный опрос
5	Релейное управление возбуждением	12	1,3,4	Реферат
	ИТОГО	59		

4.5 Тематика курсовой работы

Тематика курсовой работы связана с расчетом релейной защиты и автоматики основных элементов сетевого района – генератор; трансформатор связи; блок генератор-трансформатор; трансформатор собственных нужд; линии электропередач; асинхронный и синхронный электродвигатели; кабельные линии.

Исходные данные к проекту: 1. Электрическая схема района. 2. Параметры электрооборудования.

Содержание курсовой работы.

- I. Произвести расчет уставок и выбрать принципы релейной защиты и автоматики для заданного участка сети в следующем объеме.
 1. Введение.
 1. Уточнить исходные данные сети по справочной литературе.
 2. Произвести расчет токов короткого замыкания в объеме, необходимом для выбора уставок защит.
 3. Произвести расчет максимально – токовых защит от междуфазных повреждений:
 - а) выполнить полный расчет максимальных токовых защит для линий с односторонним питанием;
 - в) рассчитать отсечки первой ступени для линий с двухсторонним питанием.
 4. Произвести выбор уставок дистанционных защит:
 - а) рассчитать уставки первых и вторых ступеней защит
 5. Произвести расчет максимально-токовых защит нулевой последовательности от замыканий на землю
 - а) Рассчитать отсечки первых ступеней защит;
 6. Выбрать параметры устройств автоматического повторного включения (АПВ);
 - а) Выбрать типы АПВ
 7. Составить карту селективности участка сети.
- II. Произвести расчет защиты одного из элементов основного оборудования системы указанного в задании: генератора, трансформатора, блока генератор-трансформатор.

III. Начертить принципиальную схему указанного в задании основного оборудования и дать спецификацию релейной аппаратуры. Графическая часть – А1, 1 лист

5. Образовательные технологии

При реализации лекционных, практических и лабораторных по данной дисциплине используются активные и интерактивные формы проведения занятий; разбор конкретных ситуаций, выводы выполненных работ, проведение семинарных занятий. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, является главной целью программы и в целом в учебном процессе составляют 20% аудиторных занятий (17 ч.)

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно – методического обеспечение самостоятельной работы студентов предусмотрена подготовка студентами рефератов с последующим их обсуждением на семинарских занятиях, вопросы к входной и для текущих контрольных работ, для проверки остаточных знаний студентов, а также, вопросы для проведения зачета по дисциплине.

6.1. Вопросы к входной контрольной работе

1. Расчет тока трехфазного короткого замыкания.
2. Расчет тока однофазного короткого замыкания на землю.
3. Принцип работы синхронного генератора.
4. Принцип работы двигателя переменного тока.
5. Логические элементы автоматики.
6. Принцип работы силового трансформатора и определение основных параметров.
7. Условия параллельной работы трансформатора.
8. Условия параллельной работы генератора.

6.2. Вопросы для текущих контрольных работ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

1. Повреждения, ненормальные режимы в электрических сетях.
3. Требования, предъявляемые к защитам (селективность, быстродействие, надежность)
3. Назначение трансформаторов тока в защите.
4. Соединения ТТ и обмоток реле по схеме полная звезда.
5. Соединения ТТ и обмоток реле по схеме неполная звезда.
6. Соединения ТТ по схеме треугольника, а обмоток реле по схеме полная звезда .
7. Назначение трансформаторов напряжения в защите.
5. Максимальные токовые защиты.
6. Токовые ступенчатые защиты.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

1. Назначение и виды дифференциальных защит
4. Продольная дифференциальная защита

5. Поперечная дифференциальная защита.
6. Дифференциальная фазовая защита.
7. Необходимость направленной защиты в сетях с двухсторонним питанием
5. Виды повреждений в трансформаторе .
6. Защиты от внутренних повреждений.
4. Защиты от внешних повреждений
5. Виды повреждений в генераторе.
6. Защиты от внутренних повреждений генератора.
7. Защиты от внешних повреждений генератора.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3

1. Защиты от внутренних повреждений синхронного двигателя.
2. Защиты от внешних повреждений синхронного двигателя
3. Трехфазное автоматическое повторное включение.
4. Однократное и двукратное АПВ.
5. Двустороннее АПВ
4. Требования к устройствам АВР.
5. АВР на постоянном токе.
6. АВР на переменном токе.
- 7.

6.3. Вопросы для проверки остаточных знаний

1. Повреждения, ненормальные режимы в электрических сетях.
2. Назначение трансформаторов тока в защите.
3. Назначение трансформаторов напряжения в защите.
4. Максимальные токовые защиты.
5. Токовые ступенчатые защиты.
6. Продольная дифференциальная защита
7. Поперечная дифференциальная защита.
8. Необходимость направленной защиты в сетях с двухсторонним питанием
9. Защиты от внутренних повреждений генератора
10. Защиты от внешних повреждений генератора
11. Однократное и двукратное АПВ
12. АВР на постоянном токе
13. АВР на переменном токе

6.4. Контрольные вопросы для проведения зачета по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических сетей»

1. Повреждения, ненормальные режимы в электрических сетях.
2. Основные требования, предъявляемые к РЗ .
3. Элементы защиты , реле и их разновидности.
4. Способы включения реле.
5. Источники оперативного тока.

6. Конструкция реле электромагнитного действия, магнитоэлектрического действия, и т.д.
8. Соединения ТТ и обмоток реле по схеме полная звезда.
9. Соединения ТТ и обмоток реле по схеме неполная звезда.
10. Соединения ТТ по схеме треугольника, а обмоток реле по схеме полная звезда .
7. Максимальная токовая защита.
8. Токовая отсечка.
9. Выбор тока срабатывания защиты.
10. Максимальная токовая защита с блокировкой по реле минимального напряжения.
11. Схема с дешунтированием катушки отключения выключателя.
12. Устройство токового реле времени.
13. Устройство токового промежуточного реле.
14. Токовая направленная защита.
15. Защиты от замыкания на землю.
16. Дифференциальная защита линий.
17. Продольная дифференциальная защита.
18. Назначение и принцип действия дистанционной защиты.
19. Реле сопротивления.
20. Виды повреждений генераторов .
21. Защита от междуфазных замыканий в обмотке статора.
22. Защита от замыкания между витками одной фазы.
23. Защита от сверх токов при внешних КЗ и перегрузках генератора.
24. Виды повреждений трансформаторов.
25. Защита от сверх токов при внешних КЗ и перегрузках трансформатора.
26. Дифференциальная защита трансформатора.
27. Защиты от внутренних повреждений синхронного двигателя.
28. Защиты от внешних повреждений синхронного двигателя.
29. Трехфазное автоматическое повторное включение.
29. Однократное и двукратное АПВ.
30. Двустороннее АПВ.
31. Требования к устройствам АВР.
32. АВР на постоянном токе.
27. АВР на переменном токе.
28. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).
29. Назначение и основные принципы выполнения АЧР.
30. Автоматическое повторное включение после АЧР.
31. Схемы АЧР и ЧАПВ.
32. Самосинхронизация генераторов.
33. Точная синхронизация генераторов.
34. Автоматическая форсировка возбуждения генератора.
35. Устройства токового компаундирования генератора.
36. Автоматический регулятор возбуждения генератора.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

и.о. зав. сек. МЭИ

№№	Виды занятий (лк, пз, лб, срс, ирс)	Комплект необходимой учебной литературы по дисциплинам (наименование учебника, учебного пособия, конспект, лек., учебно-методич. литературы)	Автор	Изд-во и год издания	Кол-во пособий, учебников и прочей литературы	
					в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ						
1.	ЛК	Релейная защита в распределительных электрических сетях	Булычев А.В., А.А. Наволочный	М. ООО НЦ «ЭНАС» 2011г	5	1
2.	ЛК	Автоматика электроэнергетических систем	Алексеев О.П. и др.	М. Энергоиздат 1981	10	3
3.	ЛК	Релейная защита электроэнергетических систем	Э.И. Басс, В.П. Дорогунцев	М. МЭИ, 2006г.	8	5
4.	ЛК	Электротехнический справочник. Т1, Т2, Т3, Т4. Под общей редакцией профессоров МЭИ	В.Г. Герасимова	– М.: Издательство МЭИ, 2002, 2004, 2004гг.	8	5
5.	ЛК	Релейная защита.	Чернобровов Н.В.		12	1
6	ЛК	« Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем»	Овчаренко Н.И.	Гриф УМО ВУЗов России. ГУП ВЭИ; ОАО «Институт «Энергосетьпроект»; Год выпуска - 2008.	10	1
7	ЛК	«Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.»	Андреев В.А.	Гриф МО РФ. Год выпуска - 2008. Объем - 639 стр.	10	1
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ						
5.		Автоматика электрических станции и электроэнергетических систем	Н.И. Овчаренко . Учебник для вузов под ред. А.Ф. Дьякова	М: Из-во ЭНАС 2000. - 504с.:ил.	8	1
6.		Правила устройства электроустановок		СПб: ДЕАН, 2006г.	10	1

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы выполняются на кафедре ЭЭиВИЭ аудиториях №315 и №322 с использованием стендовых моделей энергосистем, комплекта типового лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» ЭССЭОНР.001 РЭ(1091.2).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**, (профиль подготовки «**Электроэнергетические системы и сети**»)

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению

Подпись



Кациева Е.Г.

Ф.И.О.