

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»**

Факультет _____ Инженерный _____

Кафедра _____ Нефтегазового дела и энергетики _____

УТВЕРЖДАЮ

Декан инженерного факультета

М.К. Беланок

« 10 » _____ 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.11.02 Системная автоматика и релейная защита

**по направлению
подготовки бакалавров** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

по профилю подготовки _____ Электроэнергетические системы и сети _____

**квалификация (степень)
выпускника** _____ бакалавр _____

форма обучения _____ очная, заочная _____

год начала подготовки _____ 2020 _____

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Составитель рабочей программы:

Доцент, кандидат технических наук
(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

Н.Н. Старков
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры
Нефтегазового дела и энергетики
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой
«10» 06 2020г.


(подпись)

М.А. Меретуков
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией факультета
(где осуществляется обучение)

«10» 06 2020г.

Председатель
научно-методического
совета направления
(где осуществляется обучение)


(подпись)

М.А. Меретуков
(Ф.И.О.)

Декан факультета
(где осуществляется обучение)
«10» 06 2020г.


(подпись)

М.К. Беданокв
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:
Начальник УМУ
«10» 06 2020г.


(подпись)

Н.Н. Чудесова
(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой
по направлению


(подпись)

М.А. Меретуков
(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Системная автоматика и релейная защита» является формирование знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

Задачей изучения дисциплины является усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП по направлению подготовки

Дисциплина «Системная автоматика и релейная защита» относится к вариативной части учебного плана по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина «Системная автоматика и релейная защита» базируется на следующих дисциплинах: «Теоретические основы электротехники», «Системы электроснабжения промышленных предприятий».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины «Системная автоматика и релейная защита» обучающийся должен обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями (или их элементами), предусмотренными ФГОС ВО:

- Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов;
- Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-2); ПК-2.2- умеет анализировать параметры работы технологического оборудования

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- особенности электромагнитных, полупроводниковых и микропроцессорных элементов устройств релейной защиты и автоматики;
- трансформаторы тока и напряжения, их схемы соединений;
- векторные диаграммы, ненормальные режимы работы и повреждения линий, трансформаторов, электродвигателей, шин и генераторов;
- виды защит линий, трансформаторов, электродвигателей, шин и генераторов;

уметь:

- рассчитывать токи КЗ на различных уровнях в максимальных и минимальных режимах работы СЭС;
- рассчитывать уставки, настройка и наладка устройств релейной защиты и автоматики;
- уметь читать схемы устройств релейной защиты и автоматики;
- уметь проектировать схемы устройств релейной защиты и автоматики.

владеть:

- навыками составления схем устройств релейной защиты и автоматики;
- навыками испытаний устройства релейной защиты и автоматики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестр
		8
Аудиторные занятия (всего)	72,25/2,01	72,25/2,01
В том числе:		
Лекции (Л)	24/0,67	24/0,67
Практические занятия (ПЗ)	24/0,67	24/0,67
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	24/0,67	24/0,67
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)		
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0,25	0,25
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	71,75/1,66	71,75/1,66
В том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат	23/0,64	23/0,64
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Составление плана-конспекта	30/0,83	30/0,83
2. Контрольные задания	18/0,5	18/0,5
Контроль (всего)		
Форма промежуточной аттестации (контроль): (зачет, экзамен)	зачёт	зачёт
Общая трудоемкость	144/4,0	144/4,0

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестр
		9
Аудиторные занятия (всего)	18,25/0,34	18,25/0,34
В том числе:		
Лекции (Л)	6/0,17	6/0,17
Практические занятия (ПЗ)	6/0,17	6/0,17
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	6/0,17	6/0,17
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,25	0,25
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)		
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	122/2,56	122/2,56
В том числе:		
Расчетно-графические работы		
Реферат	41/1,14	41/1,14
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Составление плана-конспекта	51/1,5	51/1,5
2. Контрольные задания	3/0,83	3/0,83
Контроль (всего)	3.75	3.75
Форма промежуточной аттестации (контроль):	зачёт	зачёт

(зачет, экзамен)		
Общая трудоемкость	144/4,0	144/4,0

5. Структура и содержание дисциплины
5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)						СР	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КРАТ	СРП	Контроль		
1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	1	2	2	2				5	Рефераты
2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	2	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.	3	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.	4	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов
5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	5	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	6	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов
7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	7-8	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов

8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	9-10	2	2	2				5	Блиц-опрос Обсуждение докладов
9.	Тема 9 Устройства системной автоматики	11-12	2	2	2				10	Тесты Обсуждение докладов
10	Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	14-15	2	2	2				10	Тесты
11	Тема 11 Автоматика систем электроснабжения	16-17	4	4	4				11.75	Зачёт
12	Итоговая аттестация		24	24	24		0,25		71,75	144

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)						
		Л	ПЗ	ЛР	КРАТ	СРП	Контроль	СР
1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.							10
2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.							10
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.							10
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.							10
5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.						-	10
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	1	1	1				10
7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	1	1	1				10
8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	1	1	1				10
9.	Тема 9	1	1	1				10

	Устройства системной автоматики							
10	Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	1	1	1				10
11	Тема 11 Автоматика систем электроснабжения	1	1	1				22
	Итоговая аттестация:							зачёт
	ИТОГО:	6	6	6	0,25		3,75	122

5.3. Содержание разделов дисциплины « Системная автоматика и релейная защита», образовательные технологии
Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы / зач. ед.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	2/0,055		Характеристики элементов устройств релейной защиты и автоматики. Принципы действия и способы выполнения измерительных органов. Исполнительные элементы устройств релейной защиты и автоматики.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию устройств релейной защиты и автоматики; - принципы действия и способы выполнения измерительных органов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать принципы действия и способы выполнения измерительных органов; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными принципами действия и способами выполнения измерительных органов; - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	Лекция-беседа
2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	2/0,055		Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - линейные измерительные преобразователи тока и напряжения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризовать линейные измерительные преобразователи тока и напряжения; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. 	Лекция-беседа

						Владеть: - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора.	
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.	2/0,055		Электромеханические устройства сравнения сигналов и измерительные органы релейного действия. Каналы связи в релейной защите и автоматизация электроэнергетических систем Элементы цифровой вычислительной техники.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	Знать: - электромеханические устройства сравнения сигналов и измерительные органы релейного действия. Уметь: - характеризовать электромеханические устройства сравнения сигналов и измерительные органы релейного действия; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. Владеть: - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора.	Лекция-беседа
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.	2/0,055		Назначение, принципы построения и классификации устройств РЗА. Основные требования, предъявляемые к устройствам РЗА. Перспективы развития РЗА. Защиты с относительной избирательностью и неизбирательные защиты. Ближнее и дальнее резервирование защит.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	Знать: - назначение, принципы построения и классификации устройств РЗА; - основные требования, предъявляемые к устройствам РЗА. Уметь: - описать перспективы развития РЗА; - характеризовать основные требования, предъявляемые к устройствам РЗА; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. Владеть: - информацией в области релейной защиты си-	Лекция-беседа

						<p>стем электроснабжения;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	
5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	2/0,055		<p>Защиты с абсолютной избирательностью. Дифференциальные защиты. Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи. Принцип действия дифференциальных высокочастотных защитах. Характеристики срабатывания дистанционных защит. Принцип действия и оценка чувствительности</p>	<p>ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и виды защит. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризовать принцип действия дифференциальных высокочастотных защит; - анализировать характеристики срабатывания дистанционных защит; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	Лекция-беседа
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	2/0,055	1/0,028	<p>Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов. Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.</p>	<p>ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды ненормальных режимов работы и повреждений трансформаторов; - виды защит линий, трансформаторов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризовать виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	Лекция-беседа

7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	2/0,055	1/0,028	Защита генераторов от многофазных КЗ, однофазных замыканий в обмотке статора, от замыканий на землю в цепи возбуждения генератора. Защита генераторов от внешних КЗ; защита от перегрузки и от повышения напряжения; защита от потери возбуждения. Релейная защита сетей 0,4 кВ.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы защиты генераторов от многофазных КЗ; - основы защиты генераторов от однофазных замыканий в обмотке статора; - основы защиты генераторов от замыканий на землю в цепи возбуждения генератора. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать принципы защиты генераторов; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными принципами защиты генераторов; - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	Лекция-беседа
8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	2/0,055	1/0,028	Современные микропроцессорные защиты. Особенности расчетов, построения и эксплуатации.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные микропроцессорные защиты; - особенности расчетов, построения и эксплуатации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные микропроцессорные защиты; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенностями расчетов, построения и эксплуатации; - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	Лекция-беседа

9.	Тема 9 Устройства системной автоматики	2/0,055	1/0,028	Классификация, назначение и выполнение устройств системной автоматики. Автоматическое повторное включение (АПВ) электрооборудования. Основные технические требования. Классификация способов осуществления АПВ. Основные органы, расчет и выбор параметров и схем устройств АПВ ЛЭП.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию, назначение и выполнение устройств системной автоматики; - основные технические требования; - классификацию способов осуществления АПВ. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризовать основные технические требования; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основами расчета и выбора параметров и схем устройств АПВ ЛЭП; - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора. 	Лекция-беседа
10.	Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	2/0,055	1/0,028	Основные принципы действия устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов с различными системами возбуждения. Регулирование напряжения и реактивной мощности в системах электроснабжения устройствами АРВ.	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы действия устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять принципы действия устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов; - работать с научно-технической, нормативной и справочной литературой, стандартами или другими нормативными материалами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципами действия устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов; - методами приобретения необходимой инфор- 	Лекция-беседа

						мации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора.	
11.	Тема 11 Автоматика систем электро-снабжения	2/0,06	1/0,028	Система автоматического отключения нагрузки	ПК-1 ПК-1.3 ПК-2 ПК-2.2	<p>Знать: - систему автоматического отключения нагрузки.</p> <p>Уметь: - использовать нормативно-технические документы, другую специальную литературу и документацию для анализа системы автоматического отключения нагрузки.</p> <p>Владеть: - методами приобретения необходимой информации с целью повышения квалификации и расширения профессионального кругозора.</p>	Лекция-беседа
	Итого	24/0,67	6/0,17				

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	Расчет нагрузки трансформатора тока	2/0,055	-
2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	Расчет нагрузки трансформатора напряжения	2/0,055	1/0,03
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.	Расчет релейной защиты ЛЭП	2/0,055	-
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.	Расчет релейной защиты трансформаторов	2/0,055	
5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	Расчет релейной защиты электродвигателей	2/0,055	
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	Расчет релейной защиты шин	2/0,055	1/0,03
7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	Расчет уставок АПВ	2/0,055	1/0,03
8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	Расчет уставок АВР	2/0,055	1/0,03
9.	Тема 9 Устройства системной автоматики	Расчет уставок АЧР	2/0,055	1/0,03
10.	Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	Изучение и анализ схем автоматики систем электроснабжения	2/0,055	1/0,03
11.	Тема 11 Автоматика систем электроснабжения	Изучение и анализ схем автоматики систем электроснабжения	4/0,11	1/0,03
Итого			24/0,67	6/0,17

5.5 Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	Расчет нагрузки трансформатора тока	2/0,055	

2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	Расчет нагрузки трансформатора напряжения	2/0,055	
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.	Расчёт релейной защиты ЛЭП	2/0,055	
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.	Расчёт релейной защиты трансформаторов	2/0,055	
5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	Расчёт релейной защиты электродвигателей	2/0,055	
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	Расчёт релейной защиты шин	2/0,055	1/0,03
7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	Расчёт уставок АПВ	2/0,055	1/0,03
8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	Расчёт уставок АВР	2/0,055	1/0,03
9.	Тема 9 Устройства системной автоматики	Расчёт уставок АЧР	2/0,055	1/0,03
10.	Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	Изучение и анализ схем автоматики систем электроснабжения	2/0,055	1/0,03
11.	Тема 11 Автоматика систем электроснабжения		4/0,11	1/0,03
Итого			24/0,67	6/0,17

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрены.

5.7. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения для ОФО	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
				ОФО	ЗФО

1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	Составление плана-конспекта. Реферат	1-2 недели	5	10
2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	Составление плана-конспекта. Решение задач	3 неделя	5	10
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.	Составление плана-конспекта. Решение задач	4 неделя	5	10
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.	Составление плана-конспекта. Решение задач	5 неделя	5	10
5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	Составление плана-конспекта. Решение задач	6 неделя	5	10
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	Составление плана-конспекта. Реферат	7 неделя	5	10
7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	Составление плана-конспекта. Решение задач	8 неделя	5	10
8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	Составление плана-конспекта. Реферат	9 неделя	5	10
9.	Тема 9 Устройства системной автоматики	Составление плана-конспекта. Реферат	10 неделя	10	10
10.	Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	Составление плана-конспекта. Реферат	11 неделя	10	10
11.	Тема 11 Автоматика систем электроснабжения	Составление плана-конспекта. Реферат	12 неделя	11.75	22
	Итого			71,75/1,99	122/3,39

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1 Методические указания (собственные разработки)

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Соловьев, А.Л. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соловьев А.Л., Шабад М.А. - СПб.: Политехника, 2016. - 176 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59516.html>
2. Гуревич, В.И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса [Электронный ресурс]: учебно-практ. пособие/ Гуревич В.И. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 302 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=553937>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Системная автоматика и релейная защита»

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласного учебно- му плану)	Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
ПК-1	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности
4	Общая энергетика
3	Профессиональный иностранный язык
4	Тепловые и гидроэлектростанции
5	Переходные электромагнитные процессы в электроэнергетических системах
5	Основы производства и передачи электроэнергии
8	Электрические станции и подстанции
5	Электроэнергетические системы и сети
7	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
8	Техника высоких напряжений
4	Электрооборудование промышленности
4	Методы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
5	Системы электроснабжения промышленных предприятий
5	Режимы работы силового электрооборудования станций и подстанций
7	Технологические испытания электрооборудования электрических станций
7	Технологические испытания устройств релейной защиты
8	Автоматизация электроэнергетических систем
8	Системная автоматика и релейная защита
4	Технологическая практика

6	Эксплуатационная практика
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
7	Электрические машины устройств управления и автоматике
6	Электрические аппараты устройств управления и автоматике
ПК-2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	
7	Эксплуатация электроэнергетических систем и сетей
6	Эксплуатация электрооборудования электрических станций
8	Электробезопасность в электроэнергетике
7	Эксплуатация подстанций и линий электропередач
6	Электрические машины
4	Электрооборудование промышленности
4	Методы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
6	Диагностика электрооборудования в электрических сетях
6	Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения
8	Автоматизация электроэнергетических систем
8	Системная автоматика и релейная защита
6	Эксплуатационная практика
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ПК-1 Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности					
Знать: основные технические средства для осуществления и корректировки технологических процессов в энергетике и электротехнике	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	рефераты тесты зачёт
Уметь: осуществлять выбор технических средств для работы на объектах электроэнергетики и электротехники	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	Рефераты тесты зачёт
Владеть: практическими навыками работы с электрооборудованием на объектах электроэнергетики и электротехники	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	Рефераты тесты зачёт
ПК-2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности					
Знать: принцип действия современных типов электрических машин, знать особенности их конструкции и характеристики	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольная работа зачёт
Уметь: использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации электрических машин	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	контрольная работа зачёт
Владеть: методами диагностики и технического обслуживания технологического оборудования в соответствии с требованиями промыш-	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	контрольная работа зачёт

ленной безопасности и охраны труда					
------------------------------------	--	--	--	--	--

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы текущего контроля знаний по разделам рабочей программы дисциплины

«Системная автоматика и релейная защита»

Раздел 1. Элементы устройств релейной защиты и автоматики

1. Принципы действия и способы выполнения измерительных органов.
2. Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.
3. Каналы связи в релейной защите и автоматизация электроэнергетических систем.
4. Элементы аналоговой вычислительной техники.
5. Элементы цифровой вычислительной техники.

Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения

1. Особенности электроснабжения промышленных предприятий и их влияние на выбор устройств РЗА.
2. Назначение, принципы построения и классификации устройств РЗА.
3. Виды повреждений и ненормальных режимов ЛЭП.
4. Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.
5. Характеристики срабатывания дистанционных защит.

Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения

1. Дифференциальные защиты.
2. Оценка чувствительности токовых отсечек.
3. Виды повреждений и ненормальных режимов электродвигателей.
4. Релейная защита асинхронных электродвигателей.
5. Релейная защита шин и требования, предъявляемые к этим защитам.

Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения

1. Современные микропроцессорные защиты.
2. Принципы выполнения защиты шин.
3. Защита генераторов от внешних КЗ; защита от перегрузки и от повышения напряжения; защита от потери возбуждения.
4. Релейная защита синхронных электродвигателей и синхронных компенсаторов.
5. Виды повреждений и ненормальных режимов электродвигателей.

Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения

1. Релейная защита сетей 0,4 кВ.
2. Классификация, назначение и выполнение устройств системной автоматики.
3. Защита генераторов от многофазных КЗ,
4. Защита генераторов от однофазных замыканий в обмотке статора.
5. Защита генераторов от замыканий на землю в цепи возбуждения генератора.

Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения

1. Автоматическое повторное включение (АПВ) электрооборудования. Основные технические требования.
2. Классификация способов осуществления АПВ.
3. Автоматическое включение резерва (АВР). Основные технические требования, предъявляемые к устройствам АВР.
4. Особенности работы устройств АВР при наличии синхронной нагрузки.
5. Регулирование напряжения и реактивной мощности в системах электроснабжения устройствами АРВ.

Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения

1. Основные принципы действия устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов с различными системами возбуждения.
2. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
3. Устройства противоаварийной автоматики, предназначенные для ликвидации асинхронного режима и для предотвращения нарушения устойчивости.

4. Автоматические устройства, обеспечивающие управление режимами работы трансформаторов.
5. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение, особенности выполнения, выбор параметров и схемы устройств АЧР.

Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения

1. Согласование действий устройства релейной защиты, АЧР, АПВ, АВР. Частотное АПВ (ЧАПВ).
2. Система автоматического отключения нагрузки. Назначение, принцип действия.
3. Автоматическое регулирование напряжения.
4. Регулирование напряжения выносными трансформаторами. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации.
5. Система автоматического отключения нагрузки.

Комплект тестовых заданий для проверки остаточных знаний по дисциплине «Системная автоматика и релейная защита»

Вариант № 1

1. В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ:

- а) не устанавливается;
- б) устанавливается с действием на сигнал;
- в) действует на отключение с минимально возможной выдержкой времени;
- г) может действовать на отключение при $I_{C} \geq 2A$.

2. В РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ СЕРИИ РБМ-170 РАБОЧИЙ ПОТОК СОЗДАЕТСЯ:

- а) током в токовой обмотке;
- б) током в обмотке напряжения;
- в) постоянным магнитом.

3. ДЛЯ РЕЛЕ МОЩНОСТИ КОСИНУСНОГО ТИПА УГОЛ МАКСИМАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАВЕН:

- а) 0° ; б) 90° ; в) 45° .

4. ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В СХЕМЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СЛУЖАТ ДЛЯ:

- а) повышения чувствительности защиты;
- б) повышения уровня контролируемого сигнала;
- в) понижения уровня контролируемого сигнала;
- г) унификации уровня вторичного тока (напряжения) в номинальном режиме.

5. В КАЧЕСТВЕ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В СХЕМАХ РЗ МОГУТ ПРИМЕНЯТЬСЯ:

- а) трансформаторы тока;
- б) трансформаторы напряжения;
- в) трансформаторы тока нулевой последовательности.

6. ВЧБ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ВЛ ПОЗВОЛЯЕТ:

- а) расширить защищаемую зону первой ступени;
- б) уменьшить выдержку времени второй ступени;
- в) использовать первую ступень для резервирования смежных защит.

7. ЗАПУСК ГЕНЕРАТОРА ВЧ ДФЗ ЛИНИЙ ПРОИЗВОДИТСЯ:

- а) по признаку отсутствия ВЧ сигнала в линии;
- б) по признаку несовпадения фаз ВЧ сигнала;
- в) по признаку отсутствия в линии тока больше рабочего;
- г) по признаку несовпадения фаз вторичных токов по концам защищаемой линии.

8. ДЛЯ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ТА И РЕЛЕ В НЕПОЛНУЮЗВЕЗДУ ВЕРНО, ЧТО:

- а) коэффициент схемы зависит от вида КЗ;
- б) схема не может быть использована для трансформаторов тока типа ТВ и ТВТ;

- в) схема используется только для отдельных видов защиты.
9. ДЛЯ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ТА В ТРЕУГОЛЬНИК И РЕЛЕ В ЗВЕЗДУ ВЕРНО, ЧТО:
- а) коэффициент схемы зависит от вида КЗ;
 - б) схема одинаково чувствительна ко всем видам КЗ;
 - в) схема используется только для отдельных видов защиты.
10. РЕЛЕ МОЩНОСТИ:
- а) срабатывает только при протекании тока КЗ в направлении действия реле;
 - б) запрещает работу защиты при протекании тока КЗ в направлении действия реле, если ток меньше уставки защиты;
 - в) срабатывает при протекании тока, меньшего уставки токовой защиты, в направлении действия реле.
11. РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ В СХЕМЕ ЗАЩИТЫ ОБЕСПЕЧИВАЕТ:
- а) чувствительность;
 - б) селективность;
 - в) быстродействие.
12. ЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЗАЩИТЫ СЛУЖИТ ДЛЯ:
- а) сравнения уровня контролируемого сигнала с уставкой;
 - б) формирования сигнала на отключение выключателя;
 - в) создания искусственной задержки срабатывания защиты;
 - г) обеспечения селективности защиты;
 - д) обеспечения чувствительности защиты.
13. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ РЕЛЕ ТОКА РЕАГИРУЕТ НА:
- а) мгновенное значение синусоидального тока;
 - б) действующее значение тока;
 - в) квадрат действующего значения тока;
 - г) выпрямленного тока.
14. ФИЛЬТР ТОКОВ НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НЕОБХОДИМ:
- а) для выявления тока замыкания на землю;
 - б) как реагирующий орган ДФЗ;
 - в) как реагирующий орган ДЗТ;
 - г) как реагирующий орган НЗНП
15. ПРИ ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ ОБМОТКЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА:
- а) токи в фазах изменяются незначительно, поэтому защита действует на сигнал;
 - б) ток в поврежденной фазе увеличивается значительно, защита действует на отключение;
 - в) большие токи протекают в месте повреждения, токи в фазах меняются незначительно.
16. ПРИ ЗАМЫКАНИИ ФАЗЫ НА ЗЕМЛЮ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ:
- а) фазные напряжения не меняются;
 - б) линейные напряжения не меняются;
 - в) ток в поврежденной фазе совпадает по фазе с одноименным напряжением.
17. ДЛЯ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ТА НА РАЗНОСТЬ ТОКОВ ДВУХ ФАЗ ВЕРНО, ЧТО:
- а) коэффициент схемы зависит от вида КЗ;
 - б) схема может быть использована для защиты от всех видов повреждений;
 - в) схема используется только для защиты от замыканий на землю.
18. ПРИМЕНЕНИЕ МНТЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНО:
- а) в радиальных распределительных сетях;
 - б) в кольцевых сетях с одним источником питания;
 - в) в кольцевых сетях с двумя и более источниками питания.
19. ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЦЕЛЕСООБРАЗНО:
- а) в радиальных распределительных сетях;
 - б) в кольцевых сетях с одним источником питания;

в) в кольцевых сетях с двумя и более источниками питания.

20. АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ ОСНОВАН НА КОНТРОЛЕ:

- а) мгновенного значения синусоидального напряжения;
- б) действующее значение напряжения;
- в) квадрат действующего значения напряжения;
- г) выпрямленного напряжения.

Вариант № 2

1. ПРИ РАСЧЕТЕ МТЗ ТОК СРАБАТЫВАНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЕН:

- а) номинальному току электроустановки;
- б) максимальному рабочему току;
- в) максимальному току при КЗ в конце защищаемого участка;
- г) максимальному току при КЗ в начале защищаемого участка.

2. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ТОКОВОЙ ОТСЕЧКИ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ:

- а) рабочим током минимальной нагрузки;
- б) максимальным рабочим током;
- в) током при КЗ в конце защищаемого участка в минимальном режиме ;
- г) током при КЗ в начале защищаемого участка в минимальном режиме.

3. ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДУГА В МЕСТЕ КЗ:

- а) «приближает» место повреждения;
- б) «удаляет» место повреждения;
- в) смещает вектор сопротивления в 1 квадрант;
- г) смещает вектор сопротивления во 2 квадрант.

4. НЕНАПРАВЛЕННОЕ РЕЛЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ:

- а) круговую;
- б) круговую со смещенной характеристикой;
- в) эллипсовидную;
- г) треугольную.

5. ТОК СРАБАТЫВАНИЯ РЕЛЕ РТ-40 ИЗМЕНЯЕТСЯ ЗА СЧЕТ:

- а) изменения числа витков обмотки;
- б) изменения схемы соединения катушек реле;
- в) изменения натяжения пружины;
- г) изменения зазора между якорем и магнитопроводом.

6. УКАЗАТЕЛЬНОЕ РЕЛЕ (БЛИНКЕР) В СХЕМЕ ЗАЩИТЫ:

- а) срабатывает с определенными защитами и возвращается в исходное положение одновременно с ними;
- б) срабатывает при работе защиты и возвращается вручную;
- в) включается и выключается вручную для индикации срабатывания защиты.

7. ТОК СРАБАТЫВАНИЯ ИНДУКЦИОННОГО РЕЛЕ РТ-80 ИЗМЕНЯЕТСЯ:

- а) изменением числа витков катушки реле;
- б) изменением начального положения сегмента на оси диска;
- в) изменением зазора между якорем и магнитопроводом;
- г) изменением схемы соединения катушек реле.

8. ТОКОВАЯ ОТСЕЧКА СЧИТАЕТСЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ, ЕСЛИ:

- а) $K_{ч} > 1.5$; б) $K_{ч} > 2.0$; в) $K_{ч} > 1.2$.

9. ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕНИ СТУПЕНИ СЕЛЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТ УЧИТЫВАЕТСЯ:

- а) полное время отключения выключателя защищаемого участка;
- б) полное время отключения выключателя резервируемого участка;
- в) погрешность защиты защищаемого участка;
- г) погрешность защиты резервируемого участка.

10. ТОК ДВУХФАЗНОГО КЗ УЧИТЫВАЕТСЯ ПРИ:

- а) выборе тока срабатывания наименее чувствительных защит;
 - б) выборе тока срабатывания наиболее чувствительной защиты;
 - в) проверке чувствительности в основной зоне защиты;
 - г) проверке чувствительности в резервной зоне защиты.
11. ПРИ ЗАМЫКАНИИ ФАЗЫ НА ЗЕМЛЮ В СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ:
- а) фазные напряжения не меняются;
 - б) линейные напряжения не меняются;
 - в) ток в поврежденной фазе совпадает по фазе с одноименным напряжением.
12. В ИНДУКЦИОННОМ ТОКОВОМ РЕЛЕ ВРАЩАЮЩИЙ МОМЕНТ ПРОПОРЦИОНАЛЕН:
- а) отношению токов в обмотках реле;
 - б) произведению токов в обмотках реле;
 - в) квадрату тока в обмотке реле;
 - г) току в короткозамкнутой обмотке.
13. В ИНДУКЦИОННОМ ТОКОВОМ РЕЛЕ ВРАЩАЮЩИЙ МОМЕНТ ПРОПОРЦИОНАЛЕН:
- а) отношению токов в обмотках реле;
 - б) произведению токов в обмотках реле;
 - в) квадрату тока в обмотке реле;
 - г) току в короткозамкнутой обмотке.
14. ДЕСЯТИПРОЦЕНТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ТА ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:
- а) в максимальном рабочем режиме;
 - б) в режиме номинального тока;
 - в) при КЗ в конце защищаемого участка;
 - г) при КЗ в начале защищаемого участка.
15. КОЭФФИЦИЕНТ СХЕМЫ ЭТО:
- а) отношение тока в реле ко вторичному току ТА;
 - б) отношение вторичного тока ТА к току в реле;
 - в) отношение вторичного тока ТА к первичному току ТА;
 - г) отношение тока КЗ на шинах установки защиты к номинальному току цепи, в которой установлена защита.

Темы рефератов

1. Электромеханические устройства релейной защиты и автоматики.
2. Полупроводниковые устройства релейной защиты и автоматики.
3. Автоматика, действующая при выделении района с недопустимыми значениями напряжения и частоты.
4. Автоматическое повторное включение (АПВ), ускорение действия релейной защиты при АПВ.
5. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР).
6. Релейная защита кольцевой сети.
7. Релейная защита и автоматика подстанции.
8. Выбор электрооборудования и релейной защиты внутризаводского электроснабжения промышленных предприятий.
9. Упреждающие функции релейной защиты.
10. Применение систем искусственного интеллекта в дистанционной защите линии электропередачи.
11. Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского.
12. Обновленная связь защиты линии электропередачи.
13. Многомерная релейная защита.
14. Назначения трансформаторов тока.
15. Система мониторинга запасов устойчивости энергосистемы.

16. Раньше и теперь: сравнение сложности полносхемных защит.
17. Разработка методик и автоматизация расчета уставок РЗА.
18. Усовершенствование схем противоаварийной автоматики.
19. Автоматика ограничения перегрузки линий.
20. Алгоритмы настройки и принципы построения релейной защиты.
21. Концепция противоаварийного управления ЕЭС России.
22. Возможности современных систем релейной защиты и управления по предотвращению развития аварий.
23. Организация системы автоматической ликвидации асинхронных режимов.

**Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине
«Системная автоматика и релейная защита»**

1. Назначение автоматических устройств.
2. Виды автоматических управляющих устройств.
3. Сигналы автоматических устройств.
4. Функциональные части и элементы автоматических устройств.
5. Обратная связь в автоматических устройствах.
6. Функциональная характеристика.
7. Передаточная функция.
8. Комплексная частотная характеристика.
9. Непрерывная проходная характеристика.
10. Релейная проходная характеристика.
11. Погрешности сигналов.
12. Назначения трансформаторов тока.
13. Принцип действия трансформатора тока.
14. Схема замещения трансформатора тока.
15. Векторная диаграмма трансформатора тока.
16. Компенсация погрешностей трансформатора тока.
17. Погрешности трансформатора тока.
18. Активный трансформатор тока на операционных усилителях.
19. Активный трансформатор тока с автоматически регулируемой магнитной индукцией.
20. Схемы соединения трансформаторов тока.
21. Назначения трансформаторов напряжения.
22. Принцип действия трансформатора напряжения.
23. Операционный усилитель (ОУ).
24. Метод симметричных составляющих.
25. Электромагнитное измерительное реле тока РТ-40. Принцип действия.
26. Электромагнитное измерительное реле тока РТ-80. Принцип действия.
27. Электромагнитное измерительное реле напряжения РН-50. Принцип действия.
28. Электромеханическое реле времени РВ-100. Принцип действия.
29. Дешифраторы и шифраторы.
30. Мультиплексоры и демультиплексоры.
31. Цифровой полусумматор.
32. Цифровой сумматор.
33. Аналого-цифровые преобразователи.
34. Назначение РЗ и А систем электроснабжения.
35. Основные (четыре) функции, предъявляемые к свойствам РЗ.
36. Виды повреждений и ненормальных режимов работы линий электропередачи (ЛЭП).
37. Переходные сопротивления в месте повреждения.
38. Трехфазные короткие замыкания.
39. Двухфазные короткие замыкания.
40. Однофазные короткие замыкания.
41. Однофазные замыкания на землю.
42. Защита с относительной селективностью.

43. Токи срабатывания и защищаемые зоны первой и второй ступеней защиты ЛЭП (токовые отсечки без выдержки и с выдержкой времени).
44. Комбинированные отсечки по току и напряжению.
45. Токовые направленные защиты ЛЭП. Принцип действия.
46. Токовые защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с глухозаземленной нейтралью.
47. Токовые направленные защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с глухозаземленной нейтралью.
48. Токовые защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью.
49. Токовые защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью.
50. Назначение автоматического повторного включения (АПВ).
51. Основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
52. Принцип действия электрического однократного АПВ с автоматическим возвратом.
53. Ускорение действия защиты до и после АПВ.
54. Совместное действие релейной защиты и АПВ на линиях с ответвлениями без выключателей на стороне высокого напряжения.
55. Методы регулирования напряжения в системе.

4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к написанию реферата

Реферат – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности. Автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д.

Критерии оценивания реферата:

Отметка «отлично» выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Отметка «хорошо» - основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос.

Отметка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод.

Отметка «неудовлетворительно» - тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии оценки знаний студентов на зачете:

1. Оценка «**зачтено**» ставятся студенту, ответ которого свидетельствует:
 - о полном знании материала по программе;
 - о знании рекомендованной литературы,
 - о знании концептуально-понятийного аппарата всего курса и принимавший активное участия на семинарских занятиях,
 - а также содержит в целом правильное и аргументированное изложение материала.
2. Оценка «**не зачтено**» ставятся студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования

1. Индивидуальная балльная оценка:
 - **оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85% тестовых заданий;
 - **оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70% тестовых заданий;
 - **оценка «удовлетворительно»** - не менее 51%; .
 - **оценка «неудовлетворительно»** - если студент правильно ответил менее чем на 50% тестовых заданий,
2. Показатели уровня усвоения учебного элемента или дисциплины в целом:
 - процент студентов, правильно выполнивших задание;
 - процент студентов, освоивших все дидактические единицы дисциплины.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. А. Ершов и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492157>

8.2. Дополнительная литература

3. Соловьев, А.Л. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соловьев А.Л., Шабад М.А. - СПб.: Политехника, 2016. - 176 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59516.html>

4. Гуревич, В.И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса [Электронный ресурс]: учебно-практ. пособие/ Гуревич В.И. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 302 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=553937>

5. Релейная защита и автоматика в электрических сетях [Электронный ресурс]/ [под общ. ред. В.В. Дрозда]. - М.: ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. - 632 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22702.html>

6. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум: Инфра-М, 2012. - 416 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=326458>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебно-методические материалы по лекциям дисциплины «Системная автоматика и релейная защита»

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Методы обучения	Способы (фор- мы) обучения	Средства обучения	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	лекция, проблемное изложение	изучение нового учебного материалы	устная речь	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.
Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	лекция, приобретение знаний	изучение нового учебного материала	устная речь	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой про-

				<p>фессиональной деятельности (ПК-3): ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
<p>Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.</p>	<p>лекция, проблемное изложение</p>	<p>изучение нового учебного материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3): ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
<p>Тема 4 Классификации устройств РЗА.</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3): ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологи-</p>

				ческого оборудования.
Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.
Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный	изучение нового материала	устная речь	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.

<p>Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;</p>	<p>лекция, проблемное изложение</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
<p>Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
<p>Тема 9 Устройства системной автоматики</p>	<p>лекция, проблемное изложение</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой</p>

				<p>деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
<p>Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)</p>	<p>лекция, проблемное изложение, объяснительно иллюстративный</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов; - Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3); ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
<p>Тема 11 Автоматика систем электроснабжения</p>	<p>лекция, проблемное изложение</p>	<p>изучение нового материала</p>	<p>устная речь</p>	<p>Способность осуществлять и корректировать технологические процессы электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой деятельности (ПК-1); ПК-1.3. владеет навыками руководства производственными процессами с применением</p>

				<p>современного оборудования и материалов;</p> <p>- Способность выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов электроэнергетического производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности (ПК-3): ПК-3.3. владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности технологического оборудования.</p>
--	--	--	--	--

Учебно-методические материалы по практическим (семинарским) занятиям дисциплины
«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Наименование практического занятия	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1	2	3	4	5
Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	Расчет нагрузки трансформатора тока	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады
Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.	Расчет нагрузки трансформатора напряжения	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады
Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.	Расчёт релейной защиты ЛЭП	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады
Тема 4 Классификации устройств РЗА.	Расчёт релейной защиты трансформаторов	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады

Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.	Расчёт релейной защиты электродвигателей	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады
Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.	Расчёт релейной защиты шин	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады
Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;	Расчёт уставок АПВ	Исследование вопроса, составление конспекта	формирование и совершенствование знаний	Контрольная работа, тесты, доклады
Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.	Расчёт уставок АВР			
Тема 9 Устройства системной автоматики	Расчёт уставок АЧР			
Тема 10 Устройства автоматического регулирования возбуждения (АРВ)	Изучение и анализ схем автоматики систем электроснабжения			
Тема 11 Автоматика систем электроснабжения				

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Операционная система на базе Linux;
2. Офисный пакет Open Office;
3. Графический пакет Gimp;
4. Векторный редактор Inkscape;
5. Тестовая система на базе Moodle
6. Тестовая система собственной разработки, правообладатель ФГБОУ ВО «МГТУ», свидетельство №2013617338.

11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специальные помещения		
Учебная аудитория лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: ауд. 2-12, ул. Гоголя 17/Первомайская, 210, строение 1	Мебель для аудиторий: доска, стулья, столы 2-х местные, стол для преподавателя, стул для преподавателя	Соглашение (подписка) на программные продукты компании Microsoft для государственных образовательных учреждений (Microsoft Open Value Subscription Education Solutions Agreement № V8209819. Срок действия до 07.2018 г.). Пакет включает в себя весь спектр программ (операционные системы разного класса, СУБД, средства разработки, офисный пакет). Антивирусные программы: Kaspersky Endpoint Security - № лицензии 17E0-160128-131746-407-72. Количество: 400 рабочих мест. Срок действия 1 год.
Лаборатория электричества и магнетизма: ауд. 221, Первомайская 191 Кабинет кафедры сервиса транспортных и технологических машин и оборудования: ауд. 2-426, ул. Гоголя 17/Первомайская, 210, строение 1	Установки: электрическое поле в плоском конденсаторе, напряжение плоского конденсатора, мост Уитсона, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции Фарадея, индукция в движущемся проводящем контуре, электровакуумный диод, электровакуумный прибор с узким пучком, учебный осциллограф; стендами: элементы автоматики, схемы пуска трехфазного двигателя, подключение трехфазного счетчика активной энергии, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, измерительные приборы подстанции,	

	<p>высоковольтный масляный выключатель.</p> <p>Мебель для аудиторий, оборудование:</p> <p>Компьютерный класс на 12 компьютеров, программное обеспечение общего назначения, локальная сеть, экран, проектор</p> <p>Компьютеры, оргтехника, плакаты, стенды, пособия, литература по профилю, справочники, профессиональные программы.</p>	
<p>Помещения для самостоятельной работы</p>		
<p>Читальный зал ФГБОУ ВО «МГТУ»: ул. Первомайская, 191, 3 этаж.</p>	<p>Читальный зал имеет 150 посадочных мест, компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 30 посадочных мест; оснащен специализированной мебелью (столы, стулья, шкафы, шкафы выставочные), стационарное мультимедийное оборудование, оргтехника (принтеры, сканеры, ксероксы)</p>	<p>Свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система на базе Linux; 2. Офисный пакет Open Office; 3. Графический пакет Gimp; 4. Векторный редактор Inkscape; <p>Антивирусные программы: Kaspersky Endpoint Security - № лицензии 17E0-160128-131746-407-72. Количество: 400 рабочих мест. Срок действия 1 год.</p>

**12. Дополнения и изменения в рабочей программе
за _____ / _____ учебный год**

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

для направления (специальности) _____
(номер направления (специальности))

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

(наименование кафедры)

« ____ » _____ 20_г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)