

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ

Уровень высшего образования: Магистратура

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Системы электроснабжения

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Составитель: доц. Т.Е. Минакова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Автоматика энергосистем» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 147 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Системы электроснабжения».

Составитель _____ к.т.н., доц. Т.Е. Минакова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Автоматика энергосистем» – формирование у студентов целостного представления о задачах противоаварийного управления в энергосистемах, режимных принципах построения противоаварийной автоматики и релейной защиты и способах их реализации в виде системы противоаварийного управления режимами энергосистем.

Основные задачи дисциплины:

- классификация особых режимов и основы структуры системы противоаварийной автоматики;
- модели развития аварий в аварийных режимах систем электроэнергетики ;
- анализ аварий в энергосистемах мира и принципы построения противоаварийной автоматики.
- изучение систем релейной защиты и автоматики с определением селективных уставок для участков электроэнергетической системы

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Автоматика энергосистем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Системы электроснабжения» и изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Автоматика энергосистем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Актуальные аспекты электроснабжения», и ряда специальных дисциплин «Устойчивость узлов нагрузки», «Топология систем электроснабжения промышленных предприятий».

Особенностью дисциплины является то, что она охватывает комплекс проблем, имеющих отношение к развитию электротехнических наук и направлена на овладение методами научно-исследовательской работы и умелое их применение.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Автоматика энергосистем» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проектировать системы электроснабжения	ПКС-2.	ПКС-2.2. Знает назначение и принцип действия устройств автоматики систем электроснабжения ПКС-2.8. Умеет производить расчет и выбор электрооборудования систем электроснабжения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	85	85
Лекции (Л)	14	14
Практические занятия (ПЗ)	55	55
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	23	23
Выполнение курсовой работы (проекта)	20	20
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям	3	3
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З) / экзамен (Э)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1. Автоматика нормальных режимов	18	2	10	2	6
Раздел 2. Противоаварийная автоматика	30	6	13	4	6
Раздел 3. Автоматика прекращения асинхронного режима	40	4	22	6	5
Раздел 4. Автоматика предотвращения недопустимых изменений режимных параметров	20	2	10	4	6
Итого:	108	14	55	16	23

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Назначение и особенности автоматического управления. Автоматическое управление включением синхронных генераторов на параллельную работу. Способы автоматического управления. Автоматическое регулирование частоты вращения гидро - и турбогенераторов. Автоматическое управление напряжения и реактивной мощности синхронных генераторов. Автоматическое регулирование источников реактивной мощности и трансформаторов.	2
2	Раздел 2	Виды и назначение противоаварийной автоматики. Режимы работы электроэнергетических систем и управление ими. Возмущающие воздействия на электроэнергетические системы и управляющие противоаварийные воздействия. Автоматика отключений коротких замыканий. Автоматика повторного включения. Устройства автоматического включения резерва. Быстродействующие автоматические устройства резервного включения.	6
3	Раздел 3	Способы действия и виды автоматических устройств. Изменения электрических величин в асинхронном режиме, используемые для действия автоматики. Микропроцессорная автоматика.	4
4	Раздел 4	Автоматика противоаварийных отключений и включений по изменениям напряжения. Процесс изменения частоты в электроэнергетической системе. Автоматика частотной разгрузки. Автоматика управления синхронными генераторами при изменениях частоты.	2
Итого:			14

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчет параметров режимов и параметров схемы участка электроэнергетической системы	10
2	Раздел 2	Расчет параметров и проверка на допустимую погрешность трансформаторов тока.	13
		Расчет величины токов КЗ, определение основных видов релейной защиты и автоматики	22
3	Раздел 3	Расчет уставок системы РЗ и устройств автоматики	10
4	Раздел 4	Согласование действий релейной защиты и автоматики, карта селективности	55
Итого:			58

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Изучения интерфейса и программы SFT-2841 микропроцессорного устройства SEPAM	2
2	Раздел 2	Настройка человеко-машинного интерфейса микропроцессорного терминала SEPAM 40 Задание уставок защит и логики работы микропроцессорного терминала защит SEPAM серии 1000+	4
3	Раздел 3	Настройка интерфейса микропроцессорного терминала БМРЗ-152 и программы Конфигуратор-МТ	6
4	Раздел 4	Реализации устройств автоматического управления на терминале SEPAM серии 1000+	4
Итого:			18

4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Проектирование системы автоматики и релейной защиты сетевой трансформаторной подстанции
2	Проектирование системы автоматики автономной сети 35 (110) кВ

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне *дифф. зачета*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

успеваемости

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Автоматика нормальных режимов

- 1 Назначение и особенности автоматического управления.
2. Системы автоматики нормальных режимов
3. Автоматическое управление включением синхронных генераторов на параллельную работу.
4. Способы автоматического управления.
5. Автоматическое регулирование частоты вращения гидро- и турбогенераторов.
6. Автоматическое управление напряжению и реактивной мощности синхронных генераторов.
7. Автоматическое регулирование источников реактивной мощности и трансформаторов.

Раздел 2. Противоаварийная автоматика

1. Виды и назначение противоаварийной автоматики.
2. Автоматика повторного включения.
3. Автоматика ввода резерва
4. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости
5. Автоматика частотной разгрузки.

Раздел 3. Автоматика прекращения асинхронного режима

1. Способы действия и виды автоматических устройств.
2. Изменения электрических величин в асинхронном режиме, используемые для действия автоматики.
3. Микропроцессорная автоматика для ликвидации асинхронного режима
4. Виды АЛАР.
5. Принципы построения системы АЛАР.

Раздел 4. Автоматика предотвращения недопустимых изменений режимных параметров

1. Системы автоматического противоаварийного регулирования, назначение, состав
2. Виды и принципы работы ПА систем
3. Режимы работы электроэнергетических систем и управление ими.
4. Возмущающие воздействия на электроэнергетические системы и управляющие противоаварийные воздействия.
5. Автоматика отключений коротких замыканий.
6. Устройства автоматического включения резерва. Быстродействующие автоматические устройства резервного включения

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к дифф. зачету:

1. Статические частотные характеристики нагрузки
2. Баланс активной мощности в энергосистеме.
3. Влияние изменения частоты на баланс активной мощности.
4. Первичные регуляторы частоты вращения турбин.
5. Статические частотные характеристики регуляторов ТЭС.
6. Влияние снижения частоты на работу собственных установок нужд ТЭС.
7. Организация регулирования частоты и активной мощности
8. Первичное регулирование частоты
9. Факторы, определяющие эффективность первичного регулирования

10. Вторичное регулирование частоты и мощности.
11. Автоматическое ограничение перетоков мощности.
12. Статические характеристики по напряжению.
13. Баланс реактивной мощности в энергосистеме.
14. Влияние изменения напряжения на баланс реактивной мощности.
15. Регулирование напряжения и реактивной мощности в энергосистемах.
16. Регулирование напряжения в системообразующих сетях.
17. Технические средства выработки реактивной мощности.
18. Регулирование напряжения в распределительных электрических сетях.
19. Типовые структуры энергообъединений.
20. Аварийное регулирование турбин (АРТ).
21. Согласование действий системы РЗ, устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ) и автоматического повторного включения (АПВ) Коэффициенты, характеризующие режимы работы электроприемников.
22. Импульсная (ИРТ) и длительная (ДРТ) разгрузка турбин
23. Технические ограничения при реализации ИРТ
24. Технологические ограничения при реализации ДРТ
25. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Назначение, принцип действия
26. Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ).
27. Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).
28. Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН).
29. Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).
30. Управляющие воздействия в комплексе АПНУ

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Повышение надёжности электроснабжения ответственных потребителей при потере питания - основное назначение	1. АПВ 2. АВР 3. РЗ 4. АЧР
2.	АПВ не предусматривается	1. для воздушных линий. 2. для шин электростанций и подстанций. 3. для трансформаторах. 4. для кабельных линий
3.	Время срабатывания АПВ ($t_{1\text{АПВ}}$) равно	1. $t_{1\text{АПВ}} \leq t_{\text{д}} + t_{\text{зап}}$ 2. $t_{1\text{АПВ}} \geq t_{\text{д}} + t_{\text{зап}}$ 3. $t_{1\text{АПВ}} \geq t_{\text{о.п.}} + t_{\text{зап}}$ 4. $t_{1\text{АПВ}} \geq t_{\text{с.з.}} + t_{\text{зап}}$
4.	Назначение АПВ –	1. обеспечение поддержания требуемого напряжения на шинах узла нагрузки. 2. уменьшение потерь мощности и энергии в электрических сетях. 3. уменьшения времени перерыва потребителей 4. повышение качества электроэнергии в системах электроснабжения.
5.	На линиях с двухсторонним питанием при-	1. однофазное АПВ

	меняется	<ul style="list-style-type: none"> 2. трехфазное АПВ 3. АПВ с улавливаем синхронизма 4. АПВ многократного действия
6	Действие АВР должно быть	<ul style="list-style-type: none"> 1. однократным 2. двухкратным 3. трехкратным 4. с задаваемой кратностью действия
7.	АВР должно предусматриваться при наличии потребителей категории...	<ul style="list-style-type: none"> 1. второй. 2. первой. 3. третьей. 4. второй и третьей.
8.	Обязательным условием срабатывания АВР секционного выключателя является	<ul style="list-style-type: none"> 1. отсутствие КЗ на шинах ПС 2. наличие напряжения на резервном источнике питания 3. наличие напряжения на основном источнике питания 4. запрет самозапуска двигателей, подключенных к шинам ПС
9.	Снижение частоты в системе происходит по причине	<ul style="list-style-type: none"> 1. недостатка реактивной мощности. 2. возникновения короткого замыкания. 3. дефицита активной мощности. 4. избытка активной генераторной мощности.
10.	Управление конденсаторными батареями применяется для	<ul style="list-style-type: none"> 1. регулирования частоты. 2. компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения. 3. поддержания заданного значения активной мощности. 4. уменьшение емкостных токов замыкания на землю
11.	Устройства автоматического регулирования предназначенные для восстановления баланса активной мощности в электрической системе - это	<ul style="list-style-type: none"> 1. АПВ 2. АВР 3. АЧР 4. АЛАР
12.	АЧР действует	<ul style="list-style-type: none"> 1. на отключение неответственных нагрузок. 2. на включение мощных электродвигателей. 3. на отключение генераторов электростанции. 4. на отключение наиболее загруженных элементов системы электроснабжения
13.	Устройства для автоматического включения потребителей после восстановления частота в электрической системе	<ul style="list-style-type: none"> 1. АЧР 2. АВР 3. АПВ 4. ЧАПВ
14.	Для прекращения снижения частоты в системе предназначены	<ul style="list-style-type: none"> 1. ЧАПВ 2. АЧР I 3. АЧР II

		4. АЧР III
15.	Для восстановления частоты до номинального значения после ее стабилизации, предназначена	1. ЧАПВ 2. АЧР I 3. АЧР II 4. АЧР III
16.	При статическом регулировании системы АРВ напряжение на выводах генератора	1. линейно зависит от величины нагрузки 2. не зависит от величины нагрузки 3. обратно пропорционально величине нагрузки 4. изменяется по экспоненциальному закону
17.	Распределение приращения нагрузки происходит обратно пропорционально статизму характеристик регулирования, если ...	1. все генераторы станции имеют астатическую характеристику 2. один из генераторов станции имеет астатическую, а остальные статическую характеристики 3. один из генераторов имеет статическую, а остальные астатическую характеристики 4. все генераторы станции имеют статическую характеристику
18.	Уменьшение потребляемой мощности некоторых потребителей при уменьшении частоты называется	1. лавинообразным эффектом 2. регулирующим эффектом нагрузки 3. статизмом нагрузки 4. обратным эффектом
19.	Какие короткие замыкания которые ... классифицируются как неустойчивые	1 самоликвидирующиеся за время бестоковой паузы при снятии напряжения с участка замыкания 2. длящиеся менее 1 с 3. длящиеся менее 1 мин 4. отключаются средствами телекоммуникации
20.	Снижение суммарной нагрузки энергосистемы за счет отключения части потребителей называется	1. «лавиной напряжения» 2. «лавиной частоты» 3. разгрузкой 4. перезагрузкой

Вариант № 2

1.	<p>Большому дефициту мощности соответствует кривая</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3 2. 2 3. 1 4. 0
2.	Первичное регулирование частоты осу-	1. всех турбин

	ществуется регуляторами	2. специально выделенных крупных электростанций 3. турбин тепловых электрических станций 4. местных (малой мощности) электрических станций
3.	Успешность срабатывания АПВ определяется	1. классом напряжения. 2. деионизацией воздушного промежутка после снятия напряжения. 3. устойчивостью короткого замыкания. 4. временем суток.
4.	Для повышения надёжности электроснабжения ответственных потребителей при потере питания устанавливается	1. АЧР. 2. АВВ ПТ. 3. АВВ СД. 4. АВР.
5.	Ускорение защиты до АПВ - это срабатывание	1. МТЗ линии без выдержки времени при наличии на линии АПВ 2. дифференциальной защиты линии без выдержки времени при наличии на линии АПВ 3. МТЗ линии без выдержки времени после срабатывания АПВ 4. дифференциальной защиты линии с выдержкой времени при наличии на линии АПВ
6.	Уменьшение времени перерыва потребителей и ускорение включения оборудования – основное назначение	1. АПВ 2. АВР 3. АЛАР 4. АЧР
7.	АПВ с улавливанием синхронизма применяется	1. На линиях с односторонним питанием. 2. Для трансформаторов. 3. На линиях с двусторонним питанием. 4. Для генераторов.
8.	Многokrатное действие может предусматриваться для автоматики типа	1. АПВ 2. АВР 3. АЛАР 4. АПНУ
9.	Запуск АПВ должен осуществляться по сигналу...	1. АВВ. 2. положения выключателя. 3. несоответствия между положением ключа управления выключателем и положением выключателя. 4. АВР.
10.	Общесистемным параметром является:	1. ток. 2. напряжение. 3. частота. 4. мощность.
11.	Длительное повышение частоты в системе происходит по причине...	1. дефицита активной мощности. 2. избытка активной генераторной мощности. 3. возникновение короткого замыкания 4. дефицита реактивной мощности.
12.	Дефицит активной мощности в системе приводит	1. к снижению напряжения. 2. к повышению частоты.

		<ul style="list-style-type: none"> 3. к снижению частоты. 4. к повышению напряжения.
13.	АЧР предназначена для	<ul style="list-style-type: none"> 1. предотвращения «лавины напряжения». 2. поддержания напряжения в процессе снижения частоты. 3. восстановления баланса активной мощности. 4. восстановления баланса реактивной мощности.
14.	Устройства РПН устанавливаются в	<ul style="list-style-type: none"> 1. обмотке НН трансформатора 2. в обмотке ВН трансформатора 3. в реакторе 4. на вводном выключателе.
15.	Для потребителей второй категории для повышения надежности электроснабжения могут быть установлены	<ul style="list-style-type: none"> 1. устройства АПВ 2. устройства АВР 3. устройства АЧР 4. АЛАР
16.	Регулирование коэффициента трансформации понижающего трансформатора предназначено для	<ul style="list-style-type: none"> 1. уменьшения пульсации напряжения на шинах. 2. регулирования напряжения и распределения реактивной мощности в переходных режимах систем электроснабжения. 3. поддержание частоты в системе 4. регулирования напряжения и распределения реактивной мощности в установившихся режимах систем электроснабжения
17.	Система автоматического регулирования может иметь	<ul style="list-style-type: none"> 1. статическую или астатическую характеристики 2. сунусоидальную или косинусоидальную характеристики 3. релейную характеристику 4. экспоненциальную
18.	Статизм регулирования генератора – это	<ul style="list-style-type: none"> 1. отношение изменение частоты к изменению напряжения 2. отношение изменение нагрузки к изменению напряжения 3. отношение изменение напряжения к изменению нагрузки 4. отношение изменение нагрузки к изменению частоты
19.	Частота в ЕЭС РФ должна поддерживаться на уровне	<ul style="list-style-type: none"> 1. $f = 50 \pm 5$ Гц 2. $f = 50 \pm 5\%$ Гц 3. $f = 50 \pm 0,1$ Гц 4. $f = 60 \pm 10$ Гц
20	Для сохранения постоянной частоты в системе необходимо	<ul style="list-style-type: none"> 1. поддерживать напряжение в каждой точке системы на уровне номинального

		<p>2. выполнять регулирование всех генераторов системы по одинаковой (статической или астатической) характеристике</p> <p>3. соблюдать баланс мощностей генерации и потребления в любой момент времени</p> <p>4. уменьшить до минимального количество потребителей</p>
--	--	--

Вариант № 1

1.	Для автоматики типа АЧР задаются уставки	<p>1. по частоте</p> <p>2. по частоте и по времени</p> <p>3. по времени</p> <p>4. по напряжению и частоте</p>
2.	Асинхронный режим - это	<p>1. кратковременная работа системы при несинхронной работе одного или нескольких генераторов</p> <p>2. длительная работа системы при несинхронной работе одного или нескольких генераторов</p> <p>3. другое название «лавины частоты»</p> <p>4. другое название «лавины напряжения»</p>
3.	Вторичное регулирование частоты осуществляется регуляторами	<p>1. всех турбин</p> <p>2. специально выделенных крупных электростанций</p> <p>3. турбин тепловых электрических станций</p> <p>4. местных (малой мощности) электрических станций</p>
4.	Назначение АВР – это	<p>1. обеспечение поддержания требуемого напряжения на шинах узла нагрузки.</p> <p>2. уменьшение потерь мощности и энергии в электрических сетях.</p> <p>3. повышение качества электроэнергии в системах электроснабжения.</p> <p>4. повышение надёжности электроснабжения ответственных потребителей при потере питания.</p>
5.	Запуск АПВ осуществляется по сигналу	<p>1. диспетчерского персонала.</p> <p>2. релейной защиты.</p> <p>3. снижения напряжения.</p> <p>4. снижения частоты.</p>
6.	Время срабатывания АПВ складывается из	<p>1. времени деионизации и времени запаса</p> <p>2. времени срабатывания Рз и времени запаса</p> <p>3. времени оперативных переключений и времени запаса</p> <p>4. трех периодов изменения напряжение при заданной частоте питающего напряжения</p>

7.	АПВ срабатывает при	<ol style="list-style-type: none"> 1. исчезновении напряжения на шинах потребителя только по причине ошибочного отключения выключателя 2. исключительно при КЗ на шинах потребителя 3. исключительно отключении основного источника 4. исчезновении напряжения на шинах потребителя по любой причине
8.	АВР запускается по сигналу	<ol style="list-style-type: none"> 1. снижения частоты. 2. увеличения тока нагрузки. 3. исчезновения напряжения на шинах. 4. дежурного персонала.
9.	По количеству включаемых фаз АПВ бывает	<ol style="list-style-type: none"> 1. только однофазное 2. только трехфазное 3. однофазное или трехфазное 4. четырехфазное
10.	Запуск АПВ должен осуществляться по сигналу	<ol style="list-style-type: none"> 1. положения выключателя. 2. отсутствия тока в линии. 3. релейной защиты. 4. АВР
11.	Напряжение срабатывания измерительного органа АВР принимается равным	<ol style="list-style-type: none"> 1. $U_{\text{пуск}} = 0,3 \div 0,4 U_{\text{ном}}$ 2. $U_{\text{пуск}} = U_{\text{ном}}$ 3. $U_{\text{пуск}} = 0,1 U_{\text{ном}}$ 4. $U_{\text{пуск}} = 1,3 U_{\text{ном}}$
12.	Показатель качества электроэнергии, имеющий общее (одинаковое) значение во всех точках энергосистемы – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. отклонение напряжения. 2. частота. 3. колебание напряжения. 4. несинусоидальность напряжения.
13.	В установившихся режимах быстродействующее регулирование возбуждения синхронного генератора	<ol style="list-style-type: none"> 1. повышает пределы и запасы статической устойчивости. 2. поддерживает напряжение, но увеличивает вероятность аperiodического нарушения устойчивости. 3. улучшает качество напряжения на зажимах электроприемников. 4. обеспечивает поддержание частоты в энергосистеме.
14.	На линиях с двухсторонним питанием устанавливается	<ol style="list-style-type: none"> 1. АПНУ. 2. Однофазное АПВ. 3. РПН. 4. АПВ с улавливанием синхронизма
15.	Количество очередей АЧР, применяемых в РФ	<ol style="list-style-type: none"> 1. одна – АЧР1. 2. две – АЧР1 и АЧР2. 3. три – АЧР1, АЧР2 и АЧР3. 4. четыре – АЧР1, АЧР2, АЧР3 и АЧР4.
16.	ЧАПВ – это устройства АПВ, дополненные реле частоты и предназначены для	<ol style="list-style-type: none"> 1. восстановления баланса активной мощности 2. отключения потребителей 3 категории после снижения частоты. 3. автоматического отключения потребите-

		лей при снижении напряжения сети 4. автоматического включения потребителей после восстановления частоты
17.	Ступень АЧР I предназначена для	1. ускорения снижения частоты при нарушении баланса активной мощности 2. ускорения снижения напряжения при нарушении баланса реактивной мощности 3. прекращения снижения («зависания») частоты 4. восстановления частоты до номинального значения
18.	При астатическом регулировании системы АВР напряжение на выводах генератора	1. линейно зависит от величины нагрузки 2. не зависит от величины нагрузки 3. обратно пропорционально величине нагрузки 4. изменяется по экспоненциальному закону
19.	Отношение изменения напряжения к изменению нагрузки генератора называется	1. статизмом генератора 2. астатизмом генератора 3. коэффициентом генерации 4. коэффициентом трансформации
20.	Ступень селективности по частоте между смежными очередями АВР равна	1. 0,1 Гц 2. 1 Гц 3. 10 Гц 4. 0,01 Гц

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий

Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены
--	---	---	---

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Барзам, А. Б. Системная автоматика: производственно-практическое издание / А. Б.

Барзам. - М.: Энергоатомиздат, 1989.- 231 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%2F%D0%91248%2D164775<.>

2. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем : учеб. для вузов / Н. И. Овчаренко ; под ред. А. Ф. Дьякова. - 3-е изд., испр. - М. : Изд. дом МЭИ, 2009. - 475 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%D1%8F73%2F%D0%9E%2D350%2D037029<.>

7.1.2. Дополнительная литература

1. **Басс Э. И.** Релейная защита электроэнергетических систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев ; под ред. А. Ф. Дьякова. - М. : Изд-во МЭИ, 2006. - 294 с. - Библиогр.: - с. 292.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%2D05%D1%8F73%2F%D0%91%20276%2D469480<.>.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Релейная защита и автоматика: учеб.-метод. пособие / сост.: А. А. Бельский, Т. Е. Минакова. - СПб. : Изд-во Горный, 2017. – 145 с.

2. Автоматика энергосистем: методические указания к курсовой работе автоматика: метод. указания / сост.: В.В. Полишук, Т. Е. Минакова. - СПб. : Изд-во Горный, 2019. – 52 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.

9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>

10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт.
30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт.

Аудитория для проведения лабораторных занятий:

13 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный - 16 штук, кресло компьютерное – 13 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол для проектора – 1 шт., Системный блок *R-Style Proxima MC 730 IP4* - 2 шт., Монитор ЖК NEC 17" – 2 шт., система мониторинга энергоэффективности предприятий СМЭЭП001 – 1 шт., преобразователь *Simoreg DC Master* с микропроцессорным управлением 6RA7013-6DS62-0 – 1 шт., преобразователь частоты *ATV31HU40N4* - 1шт., преобразователь *Simoreg DC Master* с микропроцессорным управлением 6RA7013-6DS62-0 – 2 шт., источник бесперебойного питания АНТ-2333 - 4 шт., измеритель RLC АМ-3016 – 1 шт., комплект *Sepam 1000+* серии 40 *Schneider Electric* – 2 шт., доска настенная – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования", ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7

Microsoft Office 2010 Professional Plus

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional

Microsoft Office 2007 Professional Plus

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional

2. Microsoft Office 2007 Standard

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus