

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ЧАСТОТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМАХ»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Электроэнергетические системы
и сети

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 2

Зачет 2 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель М.В. Чулюкова, ассистент,
Энергетический факультет
Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерство образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 144

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

1.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системы знаний в области управления режимами работы электроэнергетических систем (ЭЭС) и электроэнергетических объектов по напряжению, частоте, реактивной и активной мощности, а также изучение принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления нормальными режимами работы электроэнергетических систем и противоаварийного управления ими.

Задачи дисциплины:

ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

- понимание необходимости автоматического управления указанными выше режимами для обеспечения надежности, устойчивости и экономичности единого технологического процесса выработки и передачи (в первую очередь), а также распределения и потребления (в определенной степени) электрической энергии как конечного продукта соответствующего качества;
- подготовить выпускника к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетических системах» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)», в часть формируемую участниками образовательных отношений, и является элективной дисциплиной.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен определять эффективные режимы работы объектов профессиональной деятельности, планировать и управлять режимами работы объектов профессиональной деятельности	ИД-2 ПК-2 Определяет и реализует эффективные режимы объектов профессиональной деятельности ИД-3 ПК-2 Планирует и управляет режимами работы объектов профессиональной деятельности ИД-5 ПК-2 Применяет методы и средства автоматизации при управлении режимами работы объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7	
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9				
1	Введение. Синхронный генератор как объект управления по напряжению и реактивной мощности.	2	2					4	4					6	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
2	Системы возбуждения синхронных генераторов.	2	2					4	4					9	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
3	Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов (АРВ).	2	2					4	4					10.8	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
4	Средства управления напряжением и реактивной мощностью в электрических сетях	2	2					4	4					10	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
5	Автоматическое управление напряжением трансформаторов с устройством РПН	2	2					4	4					8	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
6	Задачи и особенности АЧР и активной мощности в ЭЭС	2	2					4	4					4	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
7	Автоматическое управление активной мощностью синхронных генераторов	2	2					4	4					6	Посещение лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ.
8	Автоматическое	2	2					4	4					6	Посещение

	е управление частотой и перетоками активной мощности в ЭЭС												лекций. Отчеты по выполнению лабораторных работ
9	Зачет	2							0.2				
	Итого		16.0	0.0	32.0	0.0	0.2	0.0	0.0	59.8			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение. Синхронный генератор как объект управления по напряжению и реактивной мощности.	Место дисциплины в учебном плане. Объем (в часах) лекций и лабораторных занятий. Отчетность. Рекомендуемая литература. Внешняя и регулировочная характеристики синхронного генератора. Работа синхронного генератора на шины неизменного напряжения при заданной активной мощности и изменяемом токе возбуждения. Работа синхронного генератора на шины с изменяющимся напряжением. Располагаемая реактивная мощность синхронного генератора в нормальных режимах.
2	Системы возбуждения синхронных генераторов.	Основные требования к системам возбуждения. Классификация систем возбуждения. Электромашинные, высокочастотные, бесщеточные системы возбуждения. Тиристорные системы независимого возбуждения. Тиристорные системы самовозбуждения
3	Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов (АРВ).	Компаундирование синхронных генераторов полным током. Коррекция напряжения генераторов, снабженных устройством компаундирования. Фазовое компаундирование. Релейная форсировка возбуждения. АРВ генераторов с высокочастотным возбудителем. АРВ сильного действия (АРВ СД). Микропроцессорные автоматические регуляторы возбуждения нового поколения.
4	Средства управления напряжением и реактивной мощностью в электрических сетях	Особенности регулирования напряжения в электрических сетях. Управляемые источники реактивной мощности. Трансформаторы с регулируемым коэффициентом трансформации.
5	Автоматическое управление напряжением трансформаторов с устройством РПН	Общие требования к регуляторам коэффициента трансформации трансформаторов с устройством РПН. Устройства РПН с реакторами и резисторами. Микропроцессорный автоматический регулятор коэффициента трансформации SPAU 341С.
6	Задачи и особенности АЧР и активной мощности в ЭЭС	Влияние частоты на работу элементов электрических станций. Показатели качества частоты. Общая характеристика проблемы

		регулируемая частота и активной мощности в ЭЭС. Турбоагрегат как объект управления по частоте и мощности и мощности. Регуляторы частоты вращения турбин (гидродинамические, электрогидравлические, микропроцессорные).
7	Автоматическое управление активной мощностью синхронных генераторов	Автоматические регуляторы мощности энергоблоков тепловых электростанций. Автоматическое управление активной мощностью гидрогенераторов. Быстродействующий автоматический регулятор мощности турбогенераторов. Микропроцессорные автоматические устройства управления мощностью турбогенераторов.
8	Автоматическое управление частотой и перетоками активной мощности в ЭЭС	Статическая частотная характеристика электроэнергетической системы. Динамическая частотная характеристика электроэнергетической системы. Управляемость энергоблоков электрических станций при отклонениях частоты в нормальных и аварийных режимах. Организация первичного, вторичного и третичного регулирования частоты в энергообъединениях. Автоматическое регулирование и ограничение перетоков активной мощности по межсистемным связям. Автоматическое ограничение снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Изучение диаграммы мощностей генераторов и ее исследование.	Порядок построения диаграммы мощности. Основные принципы исследований
Исследование влияния нагрузки на потери электрической энергии в системе электроснабжения	Влияние основных эксплуатационных характеристик элементов систем на потери
Исследование влияния характера нагрузки на режим работы электрооборудования	Характеристики нагрузки. Влияние нагрузки на частоту
Изучение схем и алгоритма работы устройства автоматического регулирования возбуждения синхронных генераторов (АРВ)	Назначение, принцип работы, применение. Схемы реализации АРВ
Исследование режима компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи	Оптимизация параметров и режимов источников реактивной мощности
Исследование параметров и	Регулирование напряжения в сети путем изменения

схемы включения конденсаторной батареи на режим работы электрооборудования	реактивной мощности
Изучение схем и алгоритма работы устройства автоматического управления напряжением трансформаторов с устройством РПН (АРПН)	Назначение, принцип работы, применение. Схемы реализации АРПН
Изучение схем и алгоритма работы устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР)	Назначение, принцип работы, применение. Схемы реализации АЧР
Изучение устройств автоматических регуляторов мощности турбогенераторов (ГРАМ)	Назначение, принцип работы, применение. Схемы реализации ГРАМ
Изучение схем и алгоритма работы устройства автоматики ограничения повышения частоты (АОПЧ)	Назначение, принцип работы, применение. Схемы реализации АОПЧ
Изучение схем и алгоритма работы устройства автоматики ограничения снижения частоты (АОПЧ)	Назначение, принцип работы, применение. Схемы реализации АОСЧ

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение. Синхронный генератор как объект управления по напряжению и реактивной мощности.	Подготовка докладов по темам для самостоятельной работы.	6
2	Системы возбуждения синхронных генераторов.	Подготовка отчетов по выполнению практического задания	9
3	Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов (АРВ).	Подготовка отчетов по выполнению практического задания	10.8
4	Средства управления	Подготовка докладов по темам для	10

	напряжением и реактивной мощностью в электрических сетях	самостоятельной работы.	
5	Автоматическое управление напряжением трансформаторов с устройством РПН	Подготовка докладов по темам для самостоятельной работы.	8
6	Задачи и особенности АЧР и активной мощности в ЭЭС	Подготовка докладов по темам для самостоятельной работы.	4
7	Автоматическое управление активной мощностью синхронных генераторов	Подготовка отчетов по выполнению практического задания	6
8	Автоматическое управление частотой и перетоками активной мощности в ЭЭС	Подготовка докладов по темам для самостоятельной работы.	6

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетических системах» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии, технологии активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой, технологии проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры, работа в команде, разбор конкретных ситуаций по функционированию современных ЭЭС.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетических системах».

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Изменения каких величин могут рассматриваться как возмущающие воздействия по отношению к напряжению на выводах СГ?
2. Что показывают внешняя и регулировочная характеристики СГ?
3. При каком условии внешняя и регулировочная характеристики СГ могут быть сняты экспериментально?
4. Как изменяется напряжение на выводах СГ при изменении коэффициента мощности нагрузки?
5. Какие величины и как будут изменяться при изменении тока возбуждения СГ, работающего на шины неизменного напряжения при постоянном значении активной мощности?
6. Почему для СГ, работающего на шины неизменного напряжения при постоянном значении активной мощности, является нежелательным режим потребления реактивной мощности?
7. Как влияет на устойчивость СГ значение сопротивления элементов электрической сети, через которые он связан с шинами неизменного напряжения?
8. Как зависит реактивная мощность СГ, выдающего при неизменном значении тока возбуждения постоянную активную мощность на шины приемной системы (через элементы электрической сети), от напряжения на этих шинах?
9. В чем проявляется явление саморегулирования СГ, работающего на шины приемной системы с изменяющимся напряжением при постоянных значениях тока возбуждения и активной мощности?
10. Как зависит устойчивость СГ, выдающего при неизменном значении тока возбуждения постоянную активную мощность на шины приемной системы (через элементы электрической сети), от напряжения на этих шинах?
11. Как зависит реактивная мощность СГ, снабженного автоматическим регулятором напряжения и выдающего постоянную активную мощность на шины приемной системы (через элементы электрической сети), от напряжения на этих шинах?
12. Почему СГ, снабженный АРН и работающий в электроэнергетической системе, может терять устойчивость не только при понижении, но и при повышении напряжения в системе?
13. Почему при наличии АРН повышается устойчивость СГ, работающего в электроэнергетической системе?
14. По каким основным факторам учитываются ограничения при построении диаграммы мощности СГ?
15. Чем опасен для СГ режим недовозбуждения?
16. Что характерно для систем независимого возбуждения?
17. Как оценивается быстродействие системы возбуждения?
18. Какие системы возбуждения могут считаться быстродействующими?
19. Для каких СГ рекомендуется устанавливать быстродействующие системы возбуждения?
20. Какова должна быть кратность форсировки по току и напряжению возбуждения для СГ?
21. Какие функции должна обеспечивать система автоматического регулирования возбуждения (АРВ) СГ?
22. Какие основные недостатки имеет электромашинная система возбуждения?
23. В чем состоят основные особенности высокочастотной системы возбуждения?
24. Как осуществляется форсировка возбуждения СГ с высокочастотной системой возбуждения?
25. Какие основные особенности характерны для бесщеточных систем возбуждения?
26. Что может использоваться в качестве источника тока возбуждения возбудителя в бесщеточной системе возбуждения?
27. Что обычно используется в качестве возбудителя в тиристорной системе независимого возбуждения?
28. Как осуществляется управление током возбуждения СГ с тиристорной системой независимого возбуждения?

29. За счет чего обеспечивается высокое быстродействие тиристорной системы независимого возбуждения?
30. Как обычно осуществляется возбуждение возбудителя в тиристорной системе независимого возбуждения?
31. Какой принцип регулирования используется при компаундировании синхронного генератора (СГ)?
32. В чем состоит назначение основных элементов в устройстве компаундирования СГ?
33. Какие факторы не позволяют в общем случае обеспечить высокую точность регулирования напряжения СГ с помощью устройства компаундирования?
34. Какой принцип регулирования используется в корректоре напряжения?
35. Какие функциональные органы входят в электромагнитный корректор напряжения?
36. В чем состоит различие согласованного и противовключенного корректоров напряжения?
37. Для чего предназначены устройства токовой стабилизации и токовой компенсации? Как они могут выполняться?
38. В чем состоит идея фазового компаундирования?
39. Каким должен быть угол между токами первичных обмоток суммирующего трансформатора устройства фазового компаундирования (УФК) при чисто активной нагрузке СГ?
40. Какие отличительные признаки являются наиболее характерными для автоматического регулирования возбуждения сильного действия?
41. Какой алгоритм регулирования обычно используется в автоматическом регуляторе возбуждения сильного действия (АРВ СД)?
42. С какой целью в алгоритме АРВ СД используются воздействия по изменению и производной частоты?
43. Какие виды ограничений режимных параметров СГ характерны для микропроцессорных АРВ?
44. По какому принципу строится алгоритм ограничения режимных параметров СГ в микропроцессорных АРВ?
45. Как реагирует микропроцессорный АРВ на снижение частоты напряжения СГ?
46. Какие технологические функции обычно возлагаются на микропроцессорные АРВ?
47. Какие особенности следует учитывать при организации автоматического регулирования напряжения в электрических сетях?
48. В чем состоит суть баланса реактивной мощности в узле электрической сети?
49. На что преимущественно расходуется потребляемая реактивная мощность в узле электрической сети?
50. Почему средства регулирования напряжения должны быть рассредоточенными по электрической сети?
51. Какими способами можно регулировать напряжение в узле электрической сети?
52. Из чего складывается генерируемая реактивная мощность в узле электрической сети?
53. Какие источники реактивной мощности наиболее широко используются для регулирования напряжения в электрических сетях?
54. Какими факторами ограничена потребляемая реактивная мощность для синхронных генераторов электрических станций?
55. Какие особенности имеет синхронный компенсатор как управляемый источник реактивной мощности?
56. В чем состоят преимущества статических тиристорных компенсаторов перед СК?
57. Как осуществляется переключение ответвлений обмоток трансформаторов с устройством регулирования напряжения под нагрузкой?
58. Какие преимущества имеет переключающее устройство с резисторами перед устройством с токоограничивающим реактором у трансформатора с УРПН?
59. Какие особенности следует учитывать при организации автоматического регулирования напряжения трансформаторов с УРПН?
60. Какие факторы влияют на эффективность регулирования напряжения

трансформатора с УРПН?

61. Почему при глубоком снижении напряжения в узле электрической сети в условиях дефицита реактивной мощности опасно повышать его с помощью УРПН трансформаторов?

62. Почему измерительный орган напряжения АРКТ должен иметь зону нечувствительности?

63. Чем определяется размер зоны нечувствительности измерительного органа АРКТ?

64. Каким должен быть коэффициент возврата измерительного органа АРКТ?

65. Чем определяется необходимость выдержки времени АРКТ?

66. Для какой цели в АРКТ используется токовая компенсация?

67. Почему при использовании токовой компенсации может возникнуть необходимость в ограничении действия АРКТ при максимальных и минимальных нагрузках трансформатора?

68. Почему действие АРКТ должно блокироваться при дефиците реактивной мощности в районе электрической сети, питающей трансформатор с УРПН?

69. Почему регулирующее воздействие АРКТ при срабатывании должно иметь импульсный характер?

70. Как формируется напряжение управления в АРКТ типа SPAU 341С?

71. Как в АРКТ типа SPAU 341С задается напряжение токовой компенсации для случаев, когда одна и несколько линий отходят к потребителям от шин подстанции?

72. Как в АРКТ типа SPAU 341С обеспечивается минимизация уравнивающего тока, циркулирующего в контуре параллельно работающих трансформаторов с УРПН?

73. Чем определяется частота электрического тока в электроэнергетической системе?

74. Как могут сказываться отклонения частоты в ЭЭС на работе потребителей электрической энергии?

75. Почему отклонения частоты в ЭЭС приводят к снижению экономичности работы ТЭС?

76. Чем опасно для ТЭС относительно большое аварийное снижение частоты в ЭЭС?

77. Какие требования к качеству частоты установлены в нормативных документах?

78. Какие особенности следует учитывать при организации автоматического регулирования частоты в ЭЭС?

79. По каким причинам может происходить нарушение баланса активной мощности в ЭЭС?

80. В чем проявляется зависимость напряжения в электрической сети от частоты в ЭЭС и частоты от напряжения?

81. Как различаются между собой электрические станции разных типов по регулировочному диапазону мощности?

82. Чем определяется необходимость обеспечения требуемого распределения активной мощности между электростанциями и агрегатами при регулировании частоты в ЭЭС?

83. В чем состоит особенность регулирования частоты в объединенных энергосистемах?

84. Какова сущность первичного, вторичного и третичного регулирования частоты?

85. Как распределяются между турбоагрегатами относительные изменения активной мощности электрической станции?

86. Почему при наличии АРЧВ турбоагрегатов необходимы автоматические регуляторы мощности?

87. Почему АРЧВ паровых турбоагрегатов являются статическими, а гидравлических, как правило, астатическими (изодромными)?

88. Что является основной задачей автоматического управления активной мощностью синхронных генераторов?

89. Почему для турбоагрегатов тепловых и атомных электростанций главным является автоматическое регулирование мощности, а для турбоагрегатов гидравлических станций – регулирование частоты?

90. Какие функции возлагаются на систему автоматического управления активной мощностью гидрогенераторов?

91. Почему для параллельно работающих гидроагрегатов, снабженных астатическими АРЧВ, применяется принудительное распределение мощности?
93. Каково основное назначение системы автоматического ограничения снижения частоты?
94. Какие функции возлагаются на систему АОСНЧ? Из каких подсистем она состоит?
95. Какова допустимая длительность работы ЭЭС при различных уровнях снижения частоты?
96. Каково назначение устройств автоматического частотного ввода резерва?
97. Какие основные требования предъявляются к устройствам автоматической частотной разгрузки?
98. Почему с укрупнением и объединением энергосистем необходимость в использовании АЧР не только не уменьшается, но даже возрастает?
99. Каково назначение устройств категории АЧР1?
100. Как выбираются уставки по частоте и времени срабатывания разных очередей АЧР1?
101. Как выбирается объем разгрузки по мощности, подключаемой к устройству АЧР1?
102. Каково назначение устройств категории АЧР2? Из каких подкатегорий она состоит?
103. Как выбираются уставки по частоте и времени совмещенной и несовмещенной АЧР2?
104. Какой объем разгрузки по мощности устанавливается для несовмещенной АЧР2?
105. Каково назначение дополнительной автоматической разгрузки? В каких случаях она используется?
106. Что понимается под частотным автоматическим повторным включением?
107. Как организуется включение потребителей от ЧАПВ?
108. Каково основное назначение устройств частотной делительной автоматики? На что действуют устройства ЧДА при срабатывании?
109. В каких случаях возникает необходимость применения в ЭЭС устройств автоматического ограничения повышения частоты?
110. На что действуют устройства АОПЧ при срабатывании?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

а) основная литература:

1. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети: учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451023> (дата обращения: 15.04.2021).

2. Шойко, В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах: учебное пособие / В. П. Шойко. — 2-е изд. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 195 с. — ISBN 978-5-7782-3598-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91731.html>

б) дополнительная литература:

1. Лизалек, Н. Н. Динамические свойства энергосистем при электромеханических колебаниях. Структурная организация движений и устойчивость [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Н. Лизалек, В. Ф. Тонышев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 212 с.

— 978-5-7782-2296-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45086.html>

2. Савина, Наталья Викторовна. Управление потоками реактивной мощности в активно-адаптивных электрических сетях [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. В. Савина; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 61 с. <http://>

irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7107.pdf

3. Релейная защита и автоматика в электрических сетях [Электронный ресурс] / ред. В. В. Дрозд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. — 632 с. — 978-5-904098-21-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22702.html>

4. Герасенков, А. А. Автоматика [Электронный ресурс]: основные понятия, терминология и условные обозначения. Справочное пособие / А. А. Герасенков, А. А. Шавров, О. А. Липа. — Электрон. текстовые данные. — М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2008. — 104 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20649.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	Операционная система MS Windows XP SP3	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
3	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
4	MS Office 2010 standard	лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50, договор №492 от 28 июня 2012 года.
5	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015.
6	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
7	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013.
8	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
9	RastrWin3 ТКЗ	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
10	Mozilla Firefox	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/
11	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html На условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html
12	WinDjView	Бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/oldlicenses/gpl-2.0.htm
13	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
14	ЭБС ЛАНЬ	Электронно-библиотечная система, включающая в себя

	http://e.lanbook.com/	как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
15	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
16	ЭБС ЮРАЙТ https://urait.ru	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований ФГОС ВО.
17	ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» www.studentlibrary.ru	Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" (www.studentlibrary.ru) является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВО 3+) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для СПО, ВПО и аспирантуры.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://minobrnauki.gov.ru/	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
2	http://fgosvo.ru/	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.
3	http://www.edu.ru/index.php	Российское образование. Федеральный портал
4	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
5	https://www.consultant.ru/	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
6	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
7	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU -

		русский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
8	http://www.cito.ru/gdenet/	Глобальная сеть дистанционного образования
9	https://www.runnet.ru	RUNNet (Russian UNiversity Network) - крупнейшая в России научно- образовательная телекоммуникационная сеть, обладающая протяженной высокоскоростной магистральной инфраструктурой и международными каналами, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно- образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет
10	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно- информационного консорциума (НЭИКОН)
11	https://www.scopus.com	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
12	http://www.multitran.ru/	Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари»
13	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
14	http://diss.rsl.ru/	Электронная библиотека диссертаций
15	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
16	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
17	https://gisp.gov.ru/	Государственная информационная система промышленности. Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей.
18	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения.
19	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно- энергетического комплекса РФ.
20	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
21	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной

		(общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
22	http://www.informika.ru	Информика. Сайт Государственного научного предприятия, способствующего обеспечению всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.
23	http://economy.gov.ru	Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений.
24	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций.