Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Поверинов Игорь Егорович
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 23.04.2026 08:27:40
Уникальный программный ключ:
6d465b936eef331cede482bded6d12ab98210652f01648985367a2ea6bde1b2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н.Ульянова»)

Факультет энергетики и электротехники

Кафедра теоретических основ электротехники
и релейной защиты и автоматики

Утверждена в составе образовательной программы высшего образования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

Научная специальность – 2.4.3. Электроэнергетика
Форма обучения – очная
Год начала освоения – 2026

Чебоксары – 2026

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Профессор кафедры теоретических
основ электротехники и
релейной защиты и автоматики
доктор технических наук, профессор
В.И. Антонов

ОБСУЖДЕНО:
На заседании кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики 26 марта 2026 г., протокол № 8
И.о. заведующего кафедрой
А.А. Ильин

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета энергетики и электротехники Н.В. Руссова

Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров С.Б. Харитонова

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).

Цель освоения дисциплины – формирование целостного научно-обоснованного представления об актуальных проблемах и задачах в электроэнергетике.

Задачи освоения дисциплины: формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих применять основные положения дисциплины «Электроэнергетика» в исследовательской и преподавательской деятельности в области электроэнергетики; усвоение принципов построения электроэнергетических систем, на основе изучения свойств основных элементов этих систем и способов их взаимодействия; формирование комплексного представления о процессах в различных режимах работы в электроэнергетических системах; выработка умений и навыков для управления в электроэнергетике, усвоение методов моделирования процессов в различных режимах электроэнергетических систем.

2. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля).

В процессе освоения данной дисциплины обучающиеся формируют следующие результаты освоения дисциплины:

К7 – готовность применять эффективные методы исследования процессов в электроэнергетике;

К8 – способность совершенствовать и создавать новые методы и технические средства управления и защиты в электроэнергетике;

К9 – способность создавать физические и математические модели элементов электроэнергетических систем**.**

3. Структура и содержание дисциплины (модуля).

3.1. Структура дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Электрическая часть электростанций, подстанций и режимы работы электрооборудования	К7	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
2	Раздел 2. Электроэнергетические системы и сети	К8	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
3	Раздел 3. Электроснабжение городов и промышленных предприятий	К7	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
4	Раздел 4. Переходные процессы в электроэнергетике.	К9	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
5	Раздел 5. Релейная защита и автоматика	К8, К9	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
6	Раздел 6. Управление в электроэнергетике	К8	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
7	Раздел 7. Моделирование в электроэнергетике	К9	Контрольная работа; устный контроль; тестирование

3.2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.

№ п/п	Темы занятий	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов
	Семестр 3				
	Раздел 1. Электрическая часть электростанций, подстанций и режимы работы электрооборудования				
1.	Тема 1. Электрическая часть электростанций и подстанций	4	4	10	18
2.	Тема 2. Режимы работы основного электрооборудования электростанций и подстанций	4	4	10	18
	Раздел 2. Электроэнергетические системы и сети				
3.	Тема 3. Электроэнергетические системы и сети	4	4	10	18
	Раздел 3. Электроснабжение городов и промышленных предприятий				
4.	Тема 4. Электроснабжение городов и промышленных предприятий	4	4	10	18
	Итого за 3 сем., час	**16**	**16**	**40**	**72**
	Семестр 4				
	Раздел 4. Переходные процессы в электроэнергетике				
5.	Тема 5. Переходные процессы в электроэнергетических системах	4	4	19	27
	Раздел 5. Релейная защита и автоматика				
6.	Тема 6. Релейная защита и автоматика	4	4	19	27
	Раздел 6. Управление в электроэнергетике				
7.	Тема 7. Управление электроэнергетическими системами	4	4	19	27
	Раздел 7. Моделирование в электроэнергетике				
8.	Тема 8. Моделирование электроэнергетических систем	4	4	19	27
	Итого за 4 сем., час	**16**	**16**	**76**	**108**
	Итого, час	**32**	**32**	**116**	**180**
	Итого, з.е.				**5**

Вид промежуточной аттестации:
зачет – семестр 3;
кандидатский экзамен – семестр 4.

3.3. Темы занятий и краткое содержание.

Раздел 1. Электрическая часть электростанций и подстанций

Тема 1. Электрическая часть электростанций и подстанций
Лекция 1-2 (4 часа). Электрическая часть электростанций и подстанций.
1. Технологические процессы на электрических станциях различного типа
2. Электрическое оборудование электрических станций и подстанций.

3. Главные схемы и схемы собственных нужд электростанций и подстанций различного типа

Практическое занятие 1-2 (4 часа). Электрическое оборудование электрических станций и подстанций.

1. Генераторы, трансформаторы;
2. Выключатели, разъединители, шины,
3. Измерительные трансформаторы тока и напряжения
4. Вторичное оборудование.

Тема 2. Режимы работы основного электрооборудования электростанций и подстанций

Лекция 3-4 (4 часа). Режимы работы основного электрооборудования электростанций и подстанций.

1. Управление электрическими станциями и подстанциями.
2. Основы эксплуатации электрооборудования станций и подстанций.
3 Основы проектирования электростанций и подстанций.

Практическое занятие 3-4 (4 часа). Расчеты режимов основного оборудования. Режимы генераторов, трансформаторов.

1. Номинальные параметры.
2. Выбор основного оборудования электростанций и подстанций.

Раздел 2. Электроэнергетические системы и сети.

Тема 3. Электроэнергетические системы и сети.

Лекция 5-6 (4 часа). Электроэнергетические системы и сети.

1. Структуры электрических сетей и систем.
2. Характеристики и параметры элементов электрической сети.
3. Режимы работы электрических сетей и систем.
4. Методы и средства управления электрическими сетями.

Практическое занятие 5-6 (4 часа). Режимы работы электрических сетей и систем.

1. Расчеты режимов электрических сетей.
2. Передача электрической энергии по электрическим сетям разных классов напряжения.

Раздел 3. Электроснабжение городов и промышленных предприятий.

Тема 4. Электроснабжение городов и промышленных предприятий.

Лекция 7-8 (4 часа). Электроснабжение городов и промышленных предприятий.

1. Характеристики электрических нагрузок.
2. Электроснабжение промышленных предприятий.
3. Электроснабжение городов.

Практическое занятие 7-8 (4 часа). Электроснабжение промышленных предприятий.

1. Расчет электрических нагрузок.
2. Выбор мощностей трансформаторов.
3. Выбор кабелей и проводов.
4. Выбор коммутационных аппаратов.

Раздел 4. Переходные процессы в электроэнергетике.

Тема 5. Переходные процессы в электроэнергетических системах.

Лекция 9-10 (4 часа). Переходные процессы в электроэнергетических системах.

1. Электромагнитные переходные процессы.
2. Электромеханические переходные процессы.

Практическое занятие 9-10 (4 часа). Электромагнитные переходные процессы.

1. Расчеты токов короткого замыкания.
2. Симметричные короткие замыкания.
3. Несимметричные короткие замыкания.

Раздел 5. Релейная защита и автоматика

Тема 6. Релейная защита и автоматика.

Лекция 11-12 (4 часа). Релейная защита и автоматика.

1. Виды защит.
2. Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики.
3. Выбор параметров срабатывания защит.

Практическое занятие 11-12 (4 часа). Расчет параметров срабатывания релейных защит.

1. Расчет параметров срабатывания различных видов релейных защит.
2. Согласование защит, выполненных на разных принципах.

Раздел 6. Управление в электроэнергетике

Тема 7. Управление электроэнергетическими системами.

Лекция 13-14 (4 часа). Управление электроэнергетическими системами.

1. Регулирование частоты и активной мощности.
2. Регулирование напряжения и реактивной мощности.
3. Управление электроэнергетическими системами при сильных возмущениях.

Практическое занятие 13-14 (4 часа). Управление электроэнергетическими системами.

1. Регулирование активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах.
2. Оперативные переключения.

Раздел 7. Моделирование в электроэнергетике.

Тема 8. Моделирование электроэнергетических систем.

Лекция 15-16 (4 часа). Моделирование электроэнергетических систем.

1. Основы моделирования.
2. Параметры моделей.
3. Программные и аппаратные средства моделирования.

Практическое занятие 15-16 (4 часа). Моделирование электроэнергетических систем с помощью программно-технических комплексов

1. Подготовка исходных данных для моделирования электроэнергетических систем.
2. Программно-технические комплексы моделирования электроэнергетических систем в режиме реального времени.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Формы и виды контроля знаний аспирантов, предусмотренные по данной дисциплине:

текущий контроль;

промежуточная аттестация (зачет, кандидатский экзамен).

Критерии получения зачета по дисциплине (модулю):

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся выполнил не менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, ответил на половину вопросов к зачету;

- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся выполнил менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, не ответил на половину вопросов к зачету.

Критерии экзаменационной оценки:

- для оценки «отлично» - наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

- для оценки «хорошо» - наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

- для оценки «удовлетворительно» - наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

- для оценки «неудовлетворительно» - наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

4.1. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Источники электрической энергии в электроэнергетических системах.
2. Структура и основные параметры электроэнергетической системы России.
3. КЭС: особенности электрической части.
4. ТЭЦ: особенности электрической части.
5. АЭС: особенности электрической части.
6. Синхронные машины. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры синхронной машины.
7. Асинхронные машины. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры асинхронной машины.
8. Трехфазные силовые трансформаторы. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток.
9. Графики нагрузок электроустановок.
10. Тепловой расчет неизолированных проводников в длительных режимах.
11. Тепловой расчет шин.
12. Нагрев изолированных проводников и кабелей.
13. Термическая стойкость неизолированных проводников.
14. Термическая стойкость аппаратов.

15. Электродинамическая стойкость проводников.
16. Отключение цепей переменного тока.
17. Отключение цепей постоянного тока.
18. Выключатели: назначение, виды, основные параметры.
19. Масляные баковые и маломасляные выключатели.
20. Основные параметры выключателей.
21. Воздушные выключатели.
22. Вакуумные выключатели.
23. Элегазовые выключатели.
24. Автоматические выключатели на напряжение ниже 1000 В.
25. Выбор выключателей.
26. Разъединители.
27. Разъединители для внутренней установки.
28. Разъединители для наружной установки.
29. Приводы выключателей.
30. Силовые трансформаторы.
31. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.
32. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
33. Регулирование напряжения у силовых трансформаторов.
34. Измерительные трансформаторы тока.
35. Измерительные трансформаторы напряжения.
36. РУ с одной системой сборных шин.
37. РУ с двумя системами сборных шин.
38. РУ с двумя системами сборных шин ГРУ ТЭЦ.
39. РУ с двумя системами сборных шин и обходной шиной.
40. РУ по схеме четырехугольника.
41. РУ по схеме шестиугольника.
42. РУ по схеме 3/2 и 4/3.
43. Упрощенные схемы РУ.
44. Системы постоянного оперативного тока.
45. Синхронные генераторы: типы, конструкция, основные параметры.
46. Воздушная и водородная система охлаждения синхронных генераторов.
47. Жидкостная система охлаждения синхронных генераторов.
48. Независимая система возбуждения синхронных генераторов.
49. Система самовозбуждения синхронных генераторов.
50. Безщеточная система возбуждения синхронных генераторов.
51. Система собственных нужд электрических станций.
52. Основные механизмы системы собственных нужд электрических станций и их приводы.
53. Электрические схемы собственных нужд КЭС.
54. Электрические схемы собственных нужд ТЭЦ.
55. Структура электрических сетей и систем. Номинальные напряжения. Области применения номинальных напряжений.
56. Электрические подстанции. Назначение и виды подстанций.
57. Особенности силовых трансформаторов разных классов напряжения и мощности.
58. Регулирование напряжения на подстанциях.
59. Главные схемы подстанций.
60. Компоновка подстанций разных классов напряжения.
61. Собственные нужды подстанций разных классов напряжения.
62. Режимы нейтрали электрических сетей разных классов напряжений.
63. Трехфазные сети с изолированной нейтралью.

64. Трехфазные сети с резонансно-компенсированной нейтралью.

65. Трехфазные сети с эффективно-заземленной нейтралью.

66. Трехфазные сети с глухозаземленной нейтралью.

67. Конструкции воздушных и кабельных линий электропередачи. Опоры, изоляторы, провода. Виды кабелей. Способы прокладки кабелей.

68. Инженерно-экономические расчеты электрических сетей. Потери электрической энергии при транспортировке. Себестоимость передачи электрической энергии. Экономическая плотность тока.

69. Выбор проводов и кабелей по допустимому нагшреву.

70. Расчет и выбор параметров электрических сетей по потере напряжения.

71. Компенсация реактивной мощности.

72. Проектирование электрических сетей. Определение нагрузок и выбор источников питания.

73. Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.

74. Режимы работы электроэнергетических систем. Определения терминов.

75. Нормальные режимы работы электроэнергетических систем.

76. Устойчивость работы электроэнергетических систем. Параметры, характеризующие устойчивость.

77. Нарушение устойчивости работы электроэнергетической системы. Сценарии нарушения устойчивости.

78. Ненормальные режимы электроэнергетических систем, аварийные режимы, повреждения элементов электроэнергетических систем.

79. Принципы автоматического управления. Основные понятия теории автоматического управления. Математическое описание элементов и систем автоматики.

80. Передаточные функции и структуры автоматических систем. Временные и частотные характеристики.

81. Типовые динамические звенья. Типовые схемы соединения динамических звеньев. Преобразования схем автоматики.

82. Системы автоматического регулирования и управления. Виды систем регулирования. Оценка качества регулирования. Устойчивость.

83. Управление режимами электроэнергетических систем. Диспетчерское управление. Способы изменения режимов. Оперативные переключения в электроэнергетических системах.

84. Исследование нормальных режимов электроэнергетических систем.

85. Схемы замещения электроэнергетических систем. Параметры схем замещения. Приведение параметров к одной ступени напряжения.

86. Расчет токов короткого замыкания (КЗ). Особенности расчета токов КЗ для выбора и проверки оборудования, и для релейной защиты.

87. Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях. Противоаварийная автоматика. Виды противоаварийной автоматики.

88. Управление электроэнергетическими системами при повреждениях отдельных элементов. Релейная защита. Основные понятия и определения.

89. Токовые защиты. Выбор параметров срабатывания токовых защит.

90. Дифференциальные защиты. Выбор параметров срабатывания дифференциальных защит. Ток небаланса. Способы повышения чувствительности. Торможение в дифференциальной защите.

91. Дистанционные защиты. Принцип действия. Выбор параметров срабатывания дистанционных защит.

92. Элементная база релейной защиты. Особенности построения систем релейной защиты на различной элементной базе.

93. Особенности реализации защит разных видов на микропроцессорной элементной базе. Способы измерения, регистрации и обработки сигналов в

микропроцессорных устройствах релейной защиты.

94. Требования нормативных документов к релейной защите электроэнергетических систем. Основные и резервные защиты. Способы обеспечения надежности. Особенности эксплуатации системы релейной защиты. Проверки и испытания.

95. Защиты, устанавливаемые на генераторах электрических станций. Особенности релейной защиты на электрических станциях разных типов.

96. Защиты, устанавливаемые на трансформаторах подстанций. Особенности релейной защиты подстанций разных типов и классов напряжений.

97. Защиты, устанавливаемые на линиях электропередачи. Особенности защит, устанавливаемых на линиях разных типов и классов напряжения.

98. Защиты, устанавливаемые на электродвигателях разных мощностей и классов напряжения.

99. Защиты, устанавливаемые на шинах и других элементах подстанций и электростанций.

100. Общие принципы проектирования систем релейной защиты.

4.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Методы расчета электрических разрядов в условиях, характерных для электроустановок высокого напряжения (молнии и другие возмущающие воздействия).
2. Принципы выбора, формирования заданных свойств и испытаний изоляции электроустановок высокого напряжения.
3. Методы расчета электрических и магнитных полей, закономерности воздействия сильных токов, электрических и магнитных полей на диспергированные и другие материалы, среды и изделия
4. Научные основы использования высоких напряжений для технологических процессов, конструирования оборудования для технологий, использующих высокое напряжение.
5. Способы исследование атмосферных и внутренних перенапряжений, методы и устройства для ограничения перенапряжений, проблемы электромагнитной совместимости.
6. Физические и цифровые методы и средств измерения, диагностики, и мониторинга состояния изоляции электроустановок высокого напряжения.
7. Методы испытания изоляции, электрофизические и испытательные установки высокого напряжения.
8. Алгоритмы и принципы действия устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики для распознавания повреждений, основные методы определение мест повреждений на линии электропередачи.
9. Способы оптимизации структуры, параметров и схем электрических соединений электростанций, подстанций и электрических сетей энергосистем, мини- и микрогрид.
10. Цифровые и физические методы анализа и мониторинга режимных параметров основного оборудования электростанций, электрических сетей и систем электроснабжения.
11. Методы мониторинга и анализа режимных параметров основного оборудования электростанций, подстанций и электрических сетей энергосистем, мини- и микрогрид.
12. Методы расчета, прогнозирования, оптимизации и координации уровней токов короткого замыкания на электростанциях и в электрических сетях энергосистем.
13. Методы обработки сигналов для мониторинга и диагностики состояния электрооборудования электроустановок.
14. Методы расчета и моделирования установившихся режимов, переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем и сетей, включая технико-экономическое обоснование технических решений, методы управления режимами их работы
15. Методы статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике.
16. Методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике.

17. Основные проблемы транспорта электроэнергии переменным и постоянным током, включая проблемы повышения пропускной способности транспортных каналов, особенности применения FACTS-устройств, накопителей энергии.

18. Методы анализа структурной, балансовой и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения, мини- и микрогрид.

19. Методы и устройств контроля, анализа и управления качеством электроэнергии.

20. Способы использования информационных и телекоммуникационных технологий и систем, искусственного интеллекта в электроэнергетике, включая применение информационно-измерительных, геоинформационных и управляющих систем для оперативного и ретроспективного мониторинга, анализа, прогнозирования и управления электропотреблением, режимами, надежностью, уровнем потерь энергии и качеством электроэнергии.

21. Источники электрической энергии в электроэнергетических системах.

22. Структура и основные параметры электроэнергетической системы России.

23. КЭС: особенности электрической части.

24. ТЭЦ: особенности электрической части.

25. АЭС: особенности электрической части.

26. Синхронные машины. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры синхронной машины.

27. Асинхронные машины. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры асинхронной машины.

28. Трехфазные силовые трансформаторы. Принцип действия. Особенности режимов работы. Основные параметры трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток.

29. Графики нагрузок электроустановок.

30. Тепловой расчет неизолированных проводников в длительных режимах.

31. Тепловой расчет шин.

32. Нагрев изолированных проводников и кабелей.

33. Термическая стойкость неизолированных проводников.

34. Термическая стойкость аппаратов.

35. Электродинамическая стойкость проводников.

36. Отключение цепей переменного тока.

37. Отключение цепей постоянного тока.

38. Выключатели: назначение, виды, основные параметры.

39. Масляные баковые и маломасляные выключатели.

40. Основные параметры выключателей.

41. Воздушные выключатели.

42. Вакуумные выключатели.

43. Элегазовые выключатели.

44. Автоматические выключатели на напряжение ниже 1000 В.

45. Выбор выключателей.

46. Разъединители.

47. Разъединители для внутренней установки.

48. Разъединители для наружной установки.

49. Приводы выключателей.

50. Силовые трансформаторы.

51. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.

52. Системы охлаждения силовых трансформаторов.

53. Регулирование напряжения у силовых трансформаторов.

54. Измерительные трансформаторы тока.

55. Измерительные трансформаторы напряжения.

56. РУ с одной системой сборных шин.

57. РУ с двумя системами сборных шин.

58. РУ с двумя системами сборных шин ГРУ ТЭЦ.

59. РУ с двумя системами сборных шин и обходной шиной.

60. РУ по схеме четырехугольника.

61. РУ по схеме шестиугольника.
62. РУ по схеме 3/2 и 4/3.
63. Упрощенные схемы РУ.
64. Системы постоянного оперативного тока.
65. Синхронные генераторы: типы, конструкция, основные параметры.
66. Воздушная и водородная система охлаждения синхронных генераторов.
67. Жидкостная система охлаждения синхронных генераторов.
68. Независимая система возбуждения синхронных генераторов.
69. Система самовозбуждения синхронных генераторов.
70. Безщеточная система возбуждения синхронных генераторов.
71. Система собственных нужд электрических станций.
72. Основные механизмы системы собственных нужд электрических станций и их приводы.
73. Электрические схемы собственных нужд КЭС.
74. Электрические схемы собственных нужд ТЭЦ.
75. Структура электрических сетей и систем. Номинальные напряжения. Области применения номинальных напряжений.
76. Электрические подстанции. Назначение и виды подстанций.
77. Особенности силовых трансформаторов разных классов напряжения и мощности.
78. Регулирование напряжения на подстанциях.
79. Главные схемы подстанций.
80. Компоновка подстанций разных классов напряжения.
81. Собственные нужды подстанций разных классов напряжения.
82. Режимы нейтрали электрических сетей разных классов напряжений.
83. Трехфазные сети с изолированной нейтралью.
84. Трехфазные сети с резонансно-компенсированной нейтралью.
85. Трехфазные сети с эффективно-заземленной нейтралью.
86. Трехфазные сети с глухозаземленной нейтралью.
87. Конструкции воздушных и кабельных линий электропередачи. Опоры, изоляторы, провода. Виды кабелей. Способы прокладки кабелей.
88. Инженерно-экономические расчеты электрических сетей. Потери электрической энергии при транспортировке. Себестоимость передачи электрической энергии. Экономическая плотность тока.
89. Выбор проводов и кабелей по допустимому нагшреву.
90. Расчет и выбор параметров электрических сетей по потере напряжения.
91. Компенсация реактивной мощности.
92. Проектирование электрических сетей. Определение нагрузок и выбор источников питания.
93. Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.
94. Режимы работы электроэнергетических систем. Определения терминов.
95. Нормальные режимы работы электроэнергетических систем.
96. Устойчивость работы электроэнергетических систем. Параметры, характеризующие устойчивость.
97. Нарушение устойчивости работы электроэнергетической системы. Сценарии нарушения устойчивости.
98. Ненормальные режимы электроэнергетических систем, аварийные режимы, повреждения элементов электроэнергетических систем.
99. Принципы автоматического управления. Основные понятия теории автоматического управления. Математическое описание элементов и систем автоматики.
100. Передаточные функции и структуры автоматических систем. Временные и частотные характеристики.
101. Типовые динамические звенья. Типовые схемы соединения динамических звеньев. Преобразования схем автоматики.
102. Системы автоматического регулирования и управления. Виды систем регулирования. Оценка качества регулирования. Устойчивость.

103. Управление режимами электроэнергетических систем. Диспетчерское управление. Способы изменения режимов. Оперативные переключения в электроэнергетических системах.

104. Исследование нормальных режимов электроэнергетических систем.

105. Схемы замещения электроэнергетических систем. Параметры схем замещения. Приведение параметров к одной ступени напряжения.

106. Расчет токов короткого замыкания (КЗ). Особенности расчета токов КЗ для выбора и проверки оборудования, и для релейной защиты.

107. Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях. Противоаварийная автоматика. Виды противоаварийной автоматики.

108. Управление электроэнергетическими системами при повреждениях отдельных элементов. Релейная защита. Основные понятия и определения.

109. Токовые защиты. Выбор параметров срабатывания токовых защит.

110. Дифференциальные защиты. Выбор параметров срабатывания дифференциальных защит. Ток небаланса. Способы повышения чувствительности. Торможение в дифференциальной защите.

111. Дистанционные защиты. Принцип действия. Выбор параметров срабатывания дистанционных защит.

112. Элементная база релейной защиты. Особенности построения систем релейной защиты на различной элементной базе.

113. Особенности реализации защит разных видов на микропроцессорной элементной базе. Способы измерения, регистрации и обработки сигналов в микропроцессорных устройствах релейной защиты.

114. Требования нормативных документов к релейной защите электроэнергетических систем. Основные и резервные защиты. Способы обеспечения надежности. Особенности эксплуатации системы релейной защиты. Проверки и испытания.

115. Защиты, устанавливаемые на генераторах электрических станций. Особенности релейной защиты на электрических станциях разных типов.

116. Защиты, устанавливаемые на трансформаторах подстанций. Особенности релейной защиты подстанций разных типов и классов напряжений.

117. Защиты, устанавливаемые на линиях электропередачи. Особенности защит, устанавливаемых на линиях разных типов и классов напряжения.

118. Защиты, устанавливаемые на электродвигателях разных мощностей и классов напряжения.

119. Защиты, устанавливаемые на шинах и других элементах подстанций и электростанций.

120. Общие принципы проектирования систем релейной защиты.

Каждому аспиранту на экзамене дополнительно задаются вопросы по теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

5.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1.	Валеев, И. М. Общая электроэнергетика : учебное пособие / И. М. Валеев, В. Г. Макаров. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 220 с. — ISBN 978-5-7882-2141-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79339.html.— ЭБС «IPRbooks»
2.	Афонин В.В. Электрические станции и подстанции. В 2 частях. Ч.2. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Афонин В.В., Набатов К.А.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС

	АСВ, 2017.— 97 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/85984.html.— ЭБС «IPRbooks»
3.	Сафиуллин, Р. Н. Основы стандартизации в электроэнергетике : учебное пособие / Р. Н. Сафиуллин, В. А. Треяль. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 119 с. — ISBN 978-5-9227-1158-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/117195.html.— ЭБС «IPRbooks»

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1.	Хрущев Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Хрущев Ю.В., Заподовников К.И., Юшков А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 154 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34740.html.— ЭБС «IPRbooks»
2.	Гордеев-Бургвиц М.А. Общая электротехника и электроснабжение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гордеев-Бургвиц М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017.— 470 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65651.html.— ЭБС «IPRbooks»
3.	Дробов А.В. Электрические машины. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дробов А.В., Галушко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017.— 112 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67794.html.— ЭБС «IPRbooks»
4.	Ананичева С.С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ананичева С.С., Шелюг С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 176 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65910.html.— ЭБС «IPRbooks»
5.	Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / М. А. Мастепаненко, И. Н. Воротников, И. К. Шарипов, С. В. Аникуев. — Ставрополь : АГРУС, 2018. — 128 с. — ISBN 978-5-9596-1419-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/92966.html.— ЭБС «IPRbooks»
6.	Управление качеством электроэнергии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.И. Карташев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2017.— 347 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65643.html.— ЭБС «IPRbooks»
7.	Практикум по электроэнергетике (в примерах с решениями) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ У.М. Матаев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Нур-Принт, Казахский национальный аграрный университет, 2014.— 195 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69174.html.— ЭБС «IPRbooks»
8.	Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сивков А.А., Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 174 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34694.html.— ЭБС «IPRbooks»
9.	Стрельников Н.А. Электроснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стрельников Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 100 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45457.html.— ЭБС «IPRbooks»

10.	Матюнина Ю.В. Электроснабжение потребителей и режимы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матюнина Ю.В., Кудрин Б.И., Жилин Б.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 412 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33191.html.— ЭБС «IPRbooks»
11.	Электрические станции и сети [Электронный ресурс]: сборник нормативных документов/ — Электрон. текстовые данные.— М.: ЭНАС, 2013.— 720 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17820.html.— ЭБС «IPRbooks»
12.	Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.Е. Привалов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018.— 172 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76066.html.— ЭБС «IPRbooks»
13.	Куксин, А. В. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. В. Куксин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0525-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/114962.html. — ЭБС «IPRbooks»
14.	Цуркан, Н. В. Электрофизические основы электроэнергетики : учебное пособие / Н. В. Цуркан, С. С. Шевченко, Н. В. Щеглов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 120 с. — ISBN 978-5-7782-3990-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/98830.html. — ЭБС «IPRbooks»
15.	Математические и физические основы электроэнергетики : учебное пособие / Н. И. Цыгулёв, В. К. Хлебников, В. А. Шелест, Л. В. Бабина. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 92 с. — ISBN 978-5-7890-1685-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/117713.html — ЭБС «IPRbooks»

5.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы.

№	**Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, интернет-ресурсов**
Перечень программного обеспечения	
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
Перечень ЭБС	
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
Интернет-ресурсы	
1.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
2.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
3.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru

4.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
5.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
6.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
7.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине оснащены мультимедийным проектором и настенным экраном.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

7. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями.

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

–для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

–для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

–для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также ступенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и промежуточной аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, необходимо законспектировать. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, графики и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект материалами из журналов, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых материалов, куда аспирант вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке к занятиям.

Основные этапы самостоятельного изучения учебных вопросов:

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.

2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.

3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.

4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.

5. Составление опорного конспекта.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся за один месяц до экзаменационной сессии. В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп. Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

С целью уточнения оценки экзаменатор может задать не более одного-двух дополнительных вопросов, не выходящих за рамки требований рабочей программы дисциплины. Под дополнительным вопросом подразумевается вопрос, не связанный с тематикой вопросов билета. Дополнительный вопрос, также как и основные вопросы билета, требует развернутого ответа. Кроме того, преподаватель может задать ряд уточняющих и наводящих вопросов, связанных с тематикой основных вопросов билета. Число уточняющих и наводящих вопросов не ограничено.