



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Н.И. Игнатьев

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента энергетических систем


(подпись) К.А. Штым
22 декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные электроэнергетические системы
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Организация и управление инжинирингом электроэнергетических систем
Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 1
лекции 9 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы не предусмотрены
всего часов аудиторной нагрузки 45 час.
самостоятельная работа 27 час.
зачет 1 семестр
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №147.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от 22 декабря 2021 г. №3.

Директор департамента
Составители: доцент
ст. преподаватель

К.А. Штым
О.М. Холянова
Н.И. Игнатьев

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является формирование систематизированных знаний в области современных электроэнергетических систем: их структуры, свойств, возможных путей развития.

Задачи дисциплины:

- изучение архитектуры построения современных электроэнергетических систем (ЭЭС);
- освоение основных системных свойств ЭЭС;
- освоение технологий анализа состояния ЭЭС;
- изучение методов повышения эффективности функционирования и развития ЭЭС;
- получение знаний в области активно-адаптивных ЭЭС.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологическая	ПК-4 – Способен к оценке текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы
		ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	Знает методы оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций
	Умеет выполнять оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций
	Владеет навыками оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций
ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев	Знает организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы
	Умеет выполнять организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы
	Владеет навыками подготовки и выполнения организационных мероприятий для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа). Форма обучения – очная.

Виды учебных занятий и работы обучающегося, а также структура дисциплины приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Раздел 1. Сложная электроэнергетическая система	1	5	-	18				зачёт
2	Раздел 2. Технологическая платформа активно-адаптивной сети	1	4	-	18	-	27	-	
Итого:		1	9	-	36	-	27	-	зачёт

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (9 часов)

Раздел 1. Сложная электроэнергетическая система (5 часов)

Тема 1. Современные проблемы мировой энергетики (2 часа)

Основные проблемы энергетики: исчерпаемость энергетических ресурсов; рост населения и электропотребления; техногенная нагрузка на биосферу; политические и социальные угрозы человечеству.

Энергобезопасность и мировое энергетическое пространство.

Тема 2. Реформирование электроэнергетики в России в 1992-2008 гг.

Схема управления энергетикой в СССР. Указ Президента РФ(№923 от 15.08.92) «Об организации управления электроэнергетическим комплексом России в условиях приватизации». Результаты деятельности РАО ЕЭС России.

Современная структура электроэнергетической отрасли.

Тема 3. Либерализация электроэнергетики (1 час)

Зарубежный опыт либерализации электроэнергетики. Первичная цель либерализации. Основные 4 модели организации управления электроэнергетикой.

Либерализация энергетики в России. Развитие рынков электрической энергии с учётом региональных особенностей. Новые требования к архитектуре и идеологии построения электроэнергетической системы (ЭЭС).

Раздел 2. Технологическая платформа активно-адаптивной сети (4 часа)

Тема 4. Функциональные свойства современных ЭЭС (2 часа).

Основные понятия теории систем.

Сложность и неоднородность структуры ЭЭС на примере Единой энергетической системы и ОЭС Дальнего Востока.

Классификация режимов ЭЭС.

Установившиеся и переходные режимы энергосистем. Характеристика этих процессов.

Надёжность и живучесть энергосистемы. Развитие аварийной ситуации в системную аварию.

Причины и последствия каскадных аварий. Обеспечение живучести ЭЭС.

Основные требования, предъявляемые к ЭЭС при её функционировании и развитии.

Тема 5. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID (2 часа)

SMART GRID как концепция инновационного развития энергетики за рубежом.

Активно-адаптивные сети как концепция инновационного развития энергетики в России.

Формы технологического прогресса.

Факторы повышения требований в сфере энергоэффективности и экологической безопасности.

Ключевые требования (ценности) новой электроэнергетики.

Группы ключевых технологий, обеспечивающих прорывной характер:

- измерительные приборы и устройства , включающие smart-счётчики и smart-датчики;
- усовершенствованные методы управления;
- усовершенствованные технологии и компоненты электрической сети;
- интегрированные интерфейсы и методы поддержки принятия решений;
- интегрированные коммуникации

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (36 часов)

Раздел 1. Сложная электроэнергетическая система (18 часов)

Занятие 1. Анализ развития энергетики России (энергетическая безопасность России) (4 часа)

1. Схема управления энергетикой в СССР.
2. Реформирование энергетики в условиях рыночной экономики (РАО «ЕЭС России», ПАО «ФСК ЕЭС»).

3. Структура энергетической компании.
4. Анализ энергосистемы дальнего Востока, Приморского края.
5. Зарубежный опыт либерализации электроэнергетики. Развитие рынков электрической энергии в РФ с учетом региональных особенностей.

Занятие 2. Функциональные свойства современной ЭЭС (2 часа)

1. Основные понятия теории систем.
2. Сложность и неоднородность структуры ЭЭС на примере Единой энергетической системы и ОЭС Дальнего Востока.
3. Классификация режимов ЭЭС.
4. Установившиеся и переходные режимы энергосистем. Характеристика этих процессов.
5. Надёжность и живучесть энергосистемы. Развитие аварийной ситуации в системную аварию.
6. Причины и последствия каскадных аварий. Обеспечение живучести ЭЭС.
7. Основные требования, предъявляемые к ЭЭС при её функционировании и развитии.

Занятие 3. Организация проектирования объектов электроэнергетических систем (4 часа)

1. Цель проектирования электроэнергетических систем. Порядок проектирования ЭЭС.
2. Прогнозирование энергопотребления.
3. Нормативно-техническая документация, используемая в проектной практике.
4. Обоснование принятия решения при проектировании ЭЭС на основе технико-экономического сравнения вариантов развития энергосистемы по критерию минимума суммарных дисконтированных затрат.

Занятие 4. Расчёт нормального режима в замкнутых сетях, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 часа)

1. Особенности расчёта замкнутых сетей с одним источником питания.
2. Особенности расчёта замкнутых сетей с двумя источниками питания (сеть с двухсторонним питанием).
3. Расчёт электрической сети с двумя номинальными напряжениями.

Занятие 5. Расчёт нормального режима в сложнзамкнутых электрических сетях, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 часа)

1. Особенности расчёта сложнзамкнутых сетей.
2. Методы расчёта сложнзамкнутых сетей.

Раздел 2. Технологическая платформа активно-адаптивной сети (18 часов)

Занятие 6. Методы регулирования напряжения в электрической сети (4 часа)

1. Встречное регулирование напряжения в двухобмоточных трансформаторах с использованием РПН.
2. Встречное регулирование напряжения в трёхобмоточных трансформаторах с использованием РПН и ПБВ.
3. Встречное регулирование напряжения в автотрансформаторах с использованием РПН, ПБВ и ЛР.

Занятие 7. Структурный анализ существующей электрической сети (на примере энергосистемы Приморского края) (2 часа)

1. Структурный анализ района развития электроэнергетической системы.

2. Климатографическая характеристика района развития электроэнергетической системы.

3. Составление эквивалента и графа электрической сети.

Занятие 8. Расчёт и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях (2 часа)

1. Расчёт потерь мощности в элементах электрической сети.

2. Расчёт потерь электроэнергии детерминированными методами.

3. Разработка мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрической сети.

4. Экономичность работы электрических сетей.

Занятие 10. Устройства регулирования напряжения, подключаемые к сетям параллельно, с использованием активного метода обучения «семинар – развернутая беседа с обсуждением доклада» (6 часов)

1. Реакторные группы, коммутируемые выключателями.

2. Управляемый шунтирующий реактор с подмагничиванием постоянным током (УШР).

3. Статические тиристорные компенсаторы (СТК).

4. Статический компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения (СТАТКОМ).

5. Синхронные компенсаторы (СК).

6. Асинхронизированные компенсаторы (АСК).

Занятие 11. Устройства регулирования параметров сети, подключаемые в сети последовательно, с использованием активного метода обучения «семинар – развернутая беседа с обсуждением доклада» (4 часа)

1. Неуправляемые устройства продольной компенсации (УПК).

2. Управляемые устройства продольной компенсации (УУПК).
3. Фазоповоротные устройства (ФПУ).

Самостоятельная работа (27 часов)

Раздел 1. Сложная электроэнергетическая система (15 часов)

1. Подготовка к блиц-опросу на лекции.
2. Выполнение индивидуального задания.
3. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 1-41).

Раздел 2. Технологическая платформа активно-адаптивной сети (12 часов)

1. Подготовка сообщения с презентацией по выбранному вопросу.
2. Подготовка к сдаче зачёта (вопросы 42-60).

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде индивидуальных заданий.

На практических занятиях в начале семестра каждому магистранту выдается индивидуальное задание «Районная электрическая сеть», которая выполняется самостоятельно. На занятиях обсуждаются полученные результаты расчётов.

Далее магистранты получают в электронном виде схемы существующих сетей ОАО ДРСК Приморского края. Они выполняют структурный анализ существующей электрической сети с точки зрения выявления слабых мест.

По разделу дисциплины «Технологическая платформа активно-адаптивной сети» студенты выбирают интересующие их темы для подготовки сообщения с презентацией.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы по выполнению индивидуальной задачи (ИЗ), содержащие пояснительную записку и схему замещения районной электрической сети 220/110/35 кВ, студент представляет в электронном виде. Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на ИЗ;
- материал по теме индивидуального задания;

- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8-10 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

ИЗ является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Современные электроэнергетические системы».

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

- 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты индивидуального задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

- 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

- 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах ИЗ или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

- 6-5 баллов - Работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Сложная электроэнергетическая система	ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического	Знает методы оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций	Блиц-опрос на лекции; выполнение индивидуального задания	Зачет. Вопросы 1-41 перечня типовых вопросов к зачёту
			Умеет выполнять оценку текущего и прогнозируемого		

		режима энергосистемы	электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций		
			Владеет навыками оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций		
2	Раздел 2. Технологическая платформа активно-адаптивной сети	ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев	Знает организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы	Блиц-опрос на лекции; подготовка сообщения с презентацией по выбранному вопросу	Зачет. Вопросы 42-60 перечня типовых вопросов к зачёту
		Умеет выполнять организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы			
		Владеет навыками подготовки и выполнения организационных мероприятий для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы			

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Основы современной энергетики: учебник для вузов : в 2 т. / под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. - 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. Том 2. - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html>

2. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире : учебное пособие / Попель О. С. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012710.html>

3. Баранов, Н. Н. Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии / Баранов Н. Н. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011843.html>

Дополнительная литература

1. Савина Н.В., Мясоедов Ю.В., Дудченко Л.Н. Электрические сети в примерах и расчётах: Учебное пособие. Благовещенск, Издательство АмГУ, 1999.- 238 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:379379&theme=FEFU>

2. Энергетическая стратегия России до 2030 года.- М.: Изд-во РИА ТЭК, 2009. – 113 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-4283&theme=FEFU>

3. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчётов.- М.: НЦ ЭНАС, 2009.- 456 с. - Режим доступа: https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%281093%29.xml&theme=FEFU

4. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов / И. И. Карташев [и др.] ; под ред. Ю. В. Шарова.; Москва: Изд. дом Московского энергетического института, 2009. – 354 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:358773&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. Россети ФСК ЕЭС : официальный сайт. – Москва, 2007. – URL: <http://www.fsk-ees.ru> – Текст. Изображение : электронные.

2. АО Системный оператор Единой энергетической системы : официальный сайт. – Москва, 2005. – URL: <http://so-ups.ru> – Текст. Изображение : электронные.

3. Энергетика : оборудование, документация : [сайт]. – URL: <http://forca.ru> – Текст. Изображение : электронные.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Современные электроэнергетические системы» отводится 45 часов аудиторных занятий и 27 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении

данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), методов активного обучения «групповая консультация», «семинар – развернутая беседа с обсуждением доклада»;

- **практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения.

В разделах «Сложная электроэнергетическая система», «Технологическая платформа активно-адаптивной сети» практические занятия проходят в режиме «групповая консультация». Студенты выполняют дома самостоятельную работу по расчёту индивидуального задания, а на практических занятиях рассматриваются те вопросы, которые возникают при самостоятельной работе. Преподаватель, совместно со студентами, проводит консультацию по сложным вопросам. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и методы решения. Последующая защита индивидуального задания развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать свою речь, развивает коммуникативные и творческие навыки.

При прохождении раздела «Технологическая платформа активно-адаптивной сети» студенты также представляют свои сообщения с презентацией по выбранным темам для самостоятельной работы. После этого проходит обсуждение ключевых положений сообщения.

- **самостоятельная работа** в виде подготовки к блиц-опросу, выполнения индивидуальных заданий и подготовке сообщений на семинаре направлена на закрепление материала, изученного в ходе практических занятий и семинаров. Самостоятельная работа студентов в виде сообщений на семинаре основана на самостоятельном выборе обучающимися вопроса, который вызывает у него наибольший интерес, и позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p style="text-align: center;">Кабинет научно-исследовательской работы студентов и магистров Департамент энергетических систем, ауд. Е550</p>	<p>Анализатор показателей качества электрической энергии АПКЭ-1, Определитель места повреждения "ИМФ-3Р", Источник постоянного напряжения GW Instek GPR-25H30D, Трассодефектоискатель "Сталкер -75-02", Виброанализатор "Корсар ++", Измеритель напряженности поля промышленной частоты "ПЗ-50В", Инфракрасный термометр (пирометр) "Fluke 576" Учебный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» НТЦ-01.00.000, Учебный лабораторный стенд «Электрические машины» НТЦ-03.00, Учебный лабораторный стенд «Теоретические основы электротехники» НТЦ-</p>	<p style="text-align: center;">--</p>

	<p>Об.200, Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики (резервированный) с комплектом адаптированных «МКПА», Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики «МКПА. Резервный шкаф», цифровое устройство передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики «УПК-Ц», Лабораторный стенд «Электрические измерения» НТЦ-08</p>	
<p>Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. Е524, Е525</p>	<p>Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3-4160T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1-1 Wty</p>	<p>– AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключая возможность коммерческого использования. Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt;</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty</p> <p>Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами,</p>	<p>– Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов; – SOLIDWORKS 2017 – программный комплекс САПР</p>

	<p>видеоувеличителем с возможностью регуляции цветových спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	<p>для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения;</p> <p>– Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов;</p> <p>– Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов, включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг;</p> <p>– 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</p> <p>– Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</p> <p>– Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).</p>
--	---	---

X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);

- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- перечень типовых вопросов к зачету;
- критерии выставления оценки студенту на зачете (таблица 8);
- типовые задания для выполнения индивидуальной задачи;
- критерии оценки выполнения индивидуальной задачи;
- примерный перечень тем для самостоятельной работы студентов;
- критерии оценки презентации доклада (таблица 9);
- пример тестовых заданий;
- критерии оценки выполнения тестирования.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-4 – Способен к оценке текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	знает (пороговый)	методы оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; последовательность выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы	знать методы оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; последовательность выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы	способность использовать методы оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; последовательность выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы

			еской системы	электроэнергетической системы
	умеет (продвинутой)	выполнять оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; выполнять организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; выполнять технологические операции с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы	уметь выполнять оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; выполнять организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; выполнять технологические операции с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы	способность выполнять оценку текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; выполнять организационные мероприятия для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; выполнять технологические операции с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы
	владеет (высокий)	навыками оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; навыками подготовки и выполнения организационных мероприятий для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы; навыками выполнения	владеть навыками оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; навыками подготовки и выполнения организационных мероприятий для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы;	уровень владения навыками оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы на время технологических операций; навыками подготовки и выполнения организационных мероприятий для подготовки изменения эксплуатационного состояния объектов электроэнергетической системы;

		технологических операций с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы	навыками выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы	навыками выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования электроэнергетической системы
--	--	---	---	---

Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, подготовки конспектов, выполнения индивидуальных задач – расчётно-графических работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает

определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Современные электроэнергетические системы» предусмотрен зачет, который проводится в устной форме.

Перечень типовых вопросов к зачету

1. Основные проблемы энергетики.
2. Производства, существенно загрязняющие окружающую среду.
3. Страны, лидеры по производству электроэнергии в целом.
4. Схема управления энергетикой в СССР.
5. Ежегодный ввод генерирующих мощностей в РФ с 1990 по 2007 гг.
6. Цель либерализации электроэнергетики.
7. 4 основные модели организации управления электроэнергетикой.
8. Как идет реформирование энергетики на мировой уровне.
9. Предпосылки, позволяющие создать рынки электроэнергии в разных регионах РФ.
10. Какие 3 модели рынка электроэнергии созданы в регионах РФ.
11. Отличительные особенности энергосистемы РФ, препятствующие развитию рынков электроэнергии.
12. Современная структура электроэнергетической отрасли.
13. Инфраструктурные организации.
14. Характеристика ОЭС ДВ.
15. Правительственные программы, РусГидро по развитию бизнеса на территории ДФО.

16. Основная цель строительства сетей 500 кВ в Приморском крае.
17. Основные понятия теории систем.
18. Классификация режимов ЭЭС.
19. Виды неопределенностей.
20. Понятие «надежность» электроэнергетической системы.
21. Понятие «живучесть» электроэнергетической системы.
22. Причины и последствия каскадных аварий в Москве 2005 г. и Санкт-Петербурге 2010 г.
23. Основные требования, предъявляемые к ЭЭС при её функционировании и развитии.
24. Виды проектных работ при проектировании энергосистемы.
25. Задачи, решаемые при проектировании ЭЭС.
26. Алгоритмы прогнозирования электропотребления, разработанные в энергетике.
27. Задачи, решаемые при проектировании развития генерирующих мощностей.
28. Факторы, влияющие на реализацию проекта в электроэнергетике.
29. Нормативные документы для разработки проекта в электроэнергетике.
30. Технико-экономическое обоснование проекта развития электроэнергетической системы по минимуму дисконтированных затрат.
31. Конфигурации электрических сетей. Достоинства и недостатки.
32. Экономические предпосылки для развития ОЭС, ЕЭС.
33. Методика расчёт простой замкнутой сети с одним источником питания.
34. Методика расчёт простой замкнутой сети с двумя источниками питания.
35. Расчёт режимов в сложнзамкнутой электрической сети.
36. Преобразования систем большой сложности при расчётах установившихся режимов.

37. Выбор номинального напряжения и схемы развития ЭЭС.
38. Предварительный выбор схем электрических соединений подстанций.
39. Выбор и проверка элементов электрической сети (сечение проводов, трансформаторов).
40. Укрупнённое сравнение вариантов электрической сети.
41. Экономический критерий выбора окончательного варианта развития электрической сети (дисконтированные затраты).
42. Методы регулирования напряжения в ЭЭС.
43. Встречное регулирование напряжения в двухобмоточных трансформаторах.
44. Встречное регулирование напряжения в трехобмоточных трансформаторах.
45. Встречное регулирование напряжения в автотрансформаторах.
46. Требования к схемам электрических сетей (на примере ПЭС Приморского края).
47. Условно постоянные потери электроэнергии в элементах электрических сетей.
48. Условно переменные потери электроэнергии в элементах электрических сетей.
49. Разработка мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрической сети.
50. Экономичность работы ЭЭС.
51. Устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности.
52. Статические устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности.
53. Электромашинные устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности.
54. СТАТКОМ – базовый элемент устройства FACTS.
55. Устройства регулирования параметров электрической сети.

56. Неуправляемые устройства продольной компенсации параметров электрической сети.

57. Управляемые устройства продольной компенсации параметров электрической сети.

58. Фазоповоротные устройства продольной компенсации параметров электрической сети.

59. Устройства ограничения токов короткого замыкания.

60. Накопители электрической энергии.

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
61-100	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к системе электроснабжения, способен рассчитать режимы работы электроэнергетического оборудования, правильно применяет теоретические положения при выборе элементов электрической сети
менее 61	«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет выбор оборудования и расчёт режимов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

Типовые задания для выполнения индивидуальной задачи по дисциплине «Современные электроэнергетические системы»

Рассчитать режим сети двух напряжений 220 и 110 кВ для схемы, приведенной на рисунке 1. Предварительно необходимо модернизировать схему с ответвительной подстанцией.

Выбрать отпайки РПН трансформатора для поддержания напряжения на шинах СН равным 116 кВ, на шинах НН – 10,5 кВ и трансформатора ТДН-63000/110 для поддержания напряжения на шинах НН равным 10,2 кВ.

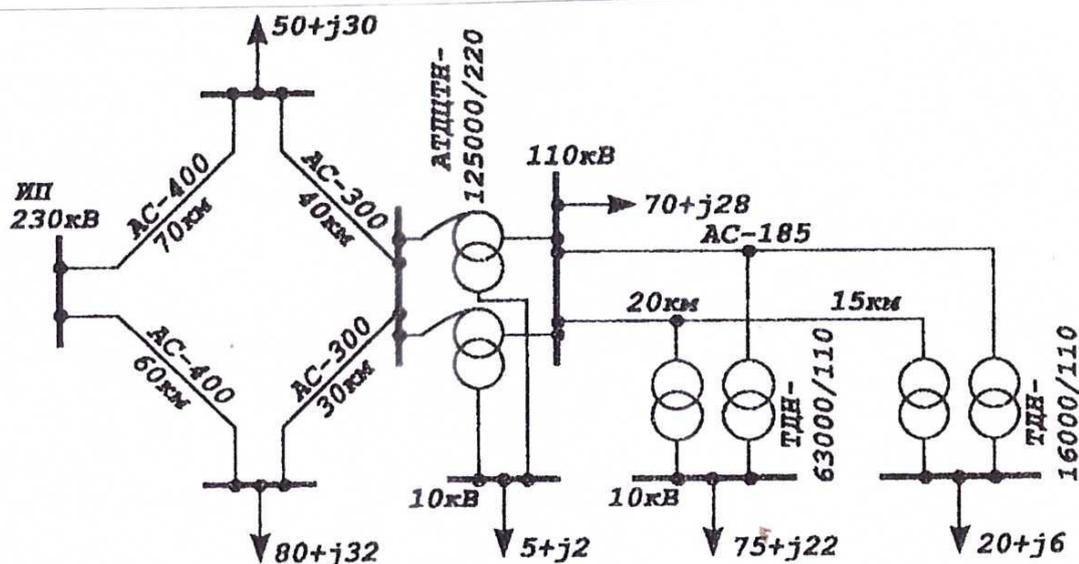


Рисунок 1 – Типовая схема к индивидуальной задаче

Критерии оценки выполнения индивидуальной задачи

- 10-9 баллов выставляется студенту при выполнении всех пунктов индивидуального задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет, графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.
- 8-7 баллов – работа выполнена полностью, допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.
- 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.
- 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

Примерный перечень тем для самостоятельной работы студентов

1. Реакторные группы, коммутируемые выключателями (ВРГ).
2. Управляемый шунтирующий реактор с подмагничиванием постоянным током (УШР).
3. Статические тиристорные компенсаторы (СТК).
4. Статический компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения (СТАТКОМ).
5. Синхронные компенсаторы (СК).
6. Асинхронизированные компенсаторы (АСК).
7. Неуправляемые устройства продольной компенсации параметров электрической сети (УПК).
8. Управляемые устройства продольной компенсации параметров электрической сети (УУПК).
9. Фазоповоротные устройства продольной компенсации параметров электрической сети (ФПУ).
10. Устройства ограничения токов короткого замыкания – токоограничивающие реакторы.
11. Быстродействующие устройства глубокого токоограничения на базе силовой электроники.
12. Электростатические накопители электрической энергии.
13. Накопители электрической энергии на основе молекулярных конденсаторов.
14. Накопители электрической энергии на основе низкотемпературных сверхпроводников.
15. Преобразователи рода тока (постоянный ток в переменный и переменный ток в постоянный).
16. Кабельные линии электропередачи постоянного и переменного тока на базе высокотемпературных сверхпроводников.

Таблица 9 – Критерии оценки презентации доклада

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. а. использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Примеры тестовых заданий для текущего контроля

Вопрос 1 Наибольшее загрязнение для окружающей среды представляют

1. Тепловые электростанции
2. Солнечные электростанции
3. Ветровые электростанции
4. Транспорт

Вопрос 2 Как назывался орган государственного управления энергетикой и электрификацией в СССР?

1. РусГидро
2. ФСК ЕЭС России
3. Минэнерго
4. ВПЭС

Вопрос 3 Какой режим работы ЭЭС характеризуется резким изменением параметров вследствие аварийного изменения в схеме питающей энергосистемы или в схеме электроснабжения?

1. Нормальный
2. Установившийся
3. Послеаварийный
4. Аварийный

Вопрос 4 Какой режим работы ЭЭС характеризуется работой с несколькими ухудшенными технико-экономическими характеристиками?

1. Нормальный
2. Установившийся
3. Послеаварийный
4. Аварийный

Вопрос 5 Какой режим работы ЭЭС характеризуется работой с параметрами, находящимися в нормированных пределах, т.е. состояние системы, обеспечивающее экономичное и надежное электроснабжение потребителей без перегрузок основных элементов ЭЭС; применительно к нему проектируется система и определяются ее технико-экономические характеристики?

1. Нормальный
2. Аварийный
3. Послеаварийный
4. Переходный

Вопрос 6 Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования

1. Безопасность
2. Взрывоопасность
3. Надежность
4. Резервирование

Вопрос 7 Способность системы восстанавливать свою работу в послеаварийных ситуациях

1. Надежность
2. Живучесть
3. Резервирование
4. Энергоэффективность

Вопрос 8 Ведущая роль в выработке электроэнергии в России принадлежит

1. ТЭС
2. ГЭС
3. АЭС
4. СЭС

Вопрос 9 Методы регулирования напряжения

1. Централизованное, местное
2. Традиционное, кратковременное
3. Организованное, ограничивающее
4. Кратковременное, длительное

Вопрос 10 Найдите верную характеристику встречного регулирования напряжения

1. Регулирование напряжения по заданному графику
2. Поддержание напряжения на заданном уровне

3. Повышение напряжения в режиме max нагрузок и снижение напряжения до номинального в режиме min нагрузок

4. Оптимизация напряжения

Вопрос 11 Выберите мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрической сети

1. Организационные, технические

2. Фактические, технологические

3. Коммерческие

4. Инструментальные

Вопрос 12 Условно постоянные потери электроэнергии

1. Потери холостого хода, потери в оборудовании, потери на корону

2. Недостаточная чувствительность оборудования

3. Хищения электроэнергии

4. Выравнивание загрузки фаз

Вопрос 13 К устройствам компенсации реактивной мощности относятся:

1. Выключатели, разъединители

2. Трансформаторы, автотрансформаторы

3. Устройства релейной защиты и автоматики

4. Батареи статических конденсаторов, шунтирующие реакторы, компенсаторы

Вопрос 14 Статические устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности

1. Синхронные компенсаторы

2. Элегазовые выключатели

3. Батареи статических компенсаторов (БСК) и шунтирующие реакторы

4. Полупроводниковые диоды

Вопрос 15 Электромашинные устройства регулирования (компенсации) реактивной мощности

1. Синхронные компенсаторы
2. Элегазовые выключатели
3. Батареи статических конденсаторов
4. Полупроводниковые диоды

Вопрос 16 Накопители электрической энергии

1. Электростатические -аккумуляторные батареи
2. Силовые трансформаторы
3. Бытовые приборы
4. Компьютеры

Вопрос 17 Устройства ограничения токов короткого замыкания

1. Трансформаторы
2. Токоограничивающие реакторы
3. Разъединители
4. Выключатели

Вопрос 18 Когда в электрических сетях применяются радиальные схемы?

1. При расположении потребителей в одном направлении от источника питания
2. При расположении потребителей в разных направлениях от источника питания
3. При электроснабжении потребителей, в состав которых входят электроприемники 1 и 2 категории
4. При электроснабжении потребителей, в состав которых входят электроприемники 3 категории

Вопрос 19 Когда в электрических сетях применяются магистральные схемы?

1. При расположении потребителей в одном направлении от источника питания
2. При расположении потребителей в разных направлениях от источника питания

3. При электроснабжении потребителей, в состав которых входят электроприемники 1 и 2 категории

4. При электроснабжении потребителей, в состав которых входят электроприемники 3 категории

Вопрос 20 Какие из параметров характеризуют режим работы электрической сети?

1. Мощность, напряжение, частота
2. Мощность, напряжение, сопротивление
3. Нагрузка, напряжение, сопротивление.
4. Нагрузка, коэффициент трансформации, напряжение

Критерии оценки выполнения промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по дисциплине в соответствии с учебной программой.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по несколько вариантов ответов, один из которых правильный.

По каждому разделу студенту выдаётся по одному билету. В каждом билете по 10 вопросов. Каждый правильный ответ соответствует одному баллу. Тест считается пройденным, если суммарное количество баллов не менее шести.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 15 минут.