



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
«Теплоэнергетика и теплотехника»

(подпись)

Дорогов Е.Ю.
(Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая кафедрой
Теплоэнергетики и теплотехники
(название кафедры)

(подпись)

Штым К.А.
(Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Управление качеством тепловой и электрической энергии

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль «Энергетические системы и комплексы»

Форма подготовки: очная

курс 4 семестр 7
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы _____ час.
в том числе с использованием МАО лек.6 /пр.10/лаб. час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 16 час.
самостоятельная работа 36 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа 1 семестр
зачет 7 семестр
экзамен _____ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министра науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018, № 143.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теплоэнергетики и теплотехники, протокол № 11 от «26» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Штым К.А. _____
Составитель (ли): ст. преподаватель Г.И. Бурлакова

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20____ г. № _____

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20____ г. № _____

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

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Управление качеством тепловой и электрической энергии» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплоэнергетика, по профилю «Энергетические системы и комплексы» и входит в дисциплины учебного плана, формируемые участниками образовательных отношений (Б1.В.05).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачётные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), в том числе в интерактивной форме (6 часов), практические занятия (36 часов), в том числе в интерактивной форме (10 часов), и самостоятельная работа студента (36 часов). Дисциплина реализуется в 7 семестре на 4 курсе. Форма контроля по дисциплине - зачет.

Дисциплина «Управление качеством электроэнергии» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электроснабжение городов и сельской местности», «Энергоснабжение». В свою очередь она является «фундаментом» для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР). Дисциплина изучает основные положения нормативных документов по качеству электроэнергии.

Цели дисциплины:

- изучение нормативных документов в области качества электрической энергии, режима нейтрали электроустановок, учета электрической энергии;
- овладение студентами методами определения показателей качества электрической энергии;
- получение знаний и навыков анализа режимов систем электроснабжения при различных режимах нейтрали.

Задачи дисциплины:

1. Изучить нормативные требования, предъявляемые к качеству электроэнергии.
2. Показать влияние качества электрической энергии на работу электро-

установок и научить поддерживать показатели качества электрической энергии в нормируемых пределах.

3. Ознакомить с особенностями режимов работы систем электроснабжения при различных способах заземления нейтрали.

4. Изучить правила организации учета электроэнергии и научить студентов применять современные приборы учета.

Для успешного изучения дисциплины «Управление качеством электроэнергии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности;
- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-7 - способность выполнять оценку технического состояния электротехнического оборудования	Знает	параметры электротехнического оборудования, определяющие его техническое состояние; по каким параметрам определяется состояние изоляции
	Умеет	проводить выбор параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния;
		проанализировать значения параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния
	Владеет	навыками использования диагностических параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния с помощью средств измерений; знаниями определения средств измерений, обеспечивающих достоверное измерение параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Управление качеством электроэнергии» применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «групповая консультация».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 час.)

Тема 1. Способы рабочего заземления (режима) нейтрали, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 часа).

Заземление в электроустановках. Способы рабочего заземления (режима работы) нейтрали. Схема замещения сети с изолированной нейтралью и ее нормальной режим.

Тема 2. Режим замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (2 часа).

Режим замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Ток замыкания и напряжения сети. Бездуговое и дуговое замыкания на землю

Тема 3. Свойства сети с компенсированной нейтралью (2 часа).

Типы дугогасящих реакторов. Резонансные перенапряжения в сети и их предотвращение. Ток замыкания и напряжения при однофазном КЗ.

Тема 4. Свойства сети с глухозаземленной нейтралью, сети с эффективно заземленной нейтралью (2 часа).

Коэффициент замыкания на землю, напряжение замыкания на землю в сети с эффективно-заземленной нейтралью. Ток замыкания и напряжения при однофазном КЗ. Выбор режима нейтрали в электроустановках напряжением до и выше 1 кВ.

Тема 5. Типы сети низкого напряжения по отношению к заземлению нейтрали, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4 часа)

Разновидности типов сети низкого напряжения по отношению к заземлению нейтрали. Применение разных типов сети при электроснабжении различных электроприемников.

Тема 6. Проблема качества электроэнергии, ее история и современное значение. Основные нормативные документы. Показатели качества электроэнергии и их нормирование (4 часа).

Основные нормативные документы по качеству электроэнергии. Параметры качества электроэнергии. Нормируемые показатели качества электроэнергии.

Тема 7. Установившееся отклонение напряжения.(4 часа).

Причины возникновения и последствия отклонения напряжения для различных электроприемников. Методы расчета отклонения электрического напряжения. Способы и средства регулирования напряжения.

Тема 8. Причины возникновения колебаний напряжения и их последствия (4 часа).

Электроприемники с резкопеременной нагрузкой. Расчет размаха колебаний напряжения. Основные мероприятия по снижению колебаний напряжений напряжения. Специальные компенсирующие устройства

Тема 9. Несимметрия напряжения (4 часа).

Несимметрия напряжения. Влияние несимметрии напряжения на работу электроприемников. Методы расчета несимметрии напряжений. Мероприятия по симметрированию напряжения.

Тема 10. Несинусоидальность напряжения (4 часа).

Несинусоидальность формы кривой напряжения. Основные электроприемники с нелинейной вольтамперной характеристикой (вентильные преобразователи, дуговые печи, сварочные устройства). Последствия наличия высших гармоник. Методы расчета несинусоидальности. Мероприятия по снижению уровня высших гармоник. Фильтрокомпенсирующие устройства. Батареи конденсаторов при наличии высших гармоник.

Тема 11. Организация учета электроэнергии (4 часа).

Учет электрической энергии. Расчетный и коммерческий учет. Основные положения нормативных документов в этой области. Виды учета

электроэнергии. Трансформаторный учет. Измерительные системы для учета электроэнергии. Понятие о назначении и составе АСКУЭ.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ (36 час.)

Занятие 1. Определение емкостных токов в сети с изолированной нейтралью (4 часа)

1. Методы определения емкостных токов замыкания на землю - приближенный.
2. Определение тока по заранее рассчитанным емкостям, определения по удельным зарядным токам.
3. Ознакомление со справочными материалами по зарядным токам линии.

Занятие 2. Выбор дугогасительного реактора в сети с изолированной нейтралью (4 часа)

1. Выбор типа дугогасительного реактора.
2. Определение мощности дугогасительного реактора, определение ступени регулирования.
3. Ознакомление со справочными материалами.
4. Определение индуктивных проводимостей разных ступеней реактора.

Занятие 3. Определение параметров компенсации в сети с компенсированной нейтралью. (4 часа)

1. Определение емкостной проводимости сети.
2. Подбор значений проводимостей для уменьшения зарядного тока в нейтрали.
3. Определение остаточного тока в сети.
4. Определение степени расстройки компенсации.
5. Расчет степени несимметрии фазных емкостей.

Занятие 4. Определение токов и напряжения при замыкании на землю в сети с компенсированной нейтралью (4 часа)

1. Определение переходного сопротивления в точке замыкания на землю.
2. Расчет комплексных величин фазных напряжений, и по-фазных токов замыкания на землю в аварийном режиме.
3. Определение напряжения несимметрии.
4. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при замыкании на землю и наличии дугогасительного реактора.
5. Рассмотрение принципов построения векторных диаграмм токов и напряжений.

Занятие 5. Определение фазных напряжений и напряжений на нейтрали в сети с глухозаземленной нейтралью в нормальном режиме (4 часа)

1. Определение фазных напряжений в зависимости от параметров сети.
2. Мероприятия по уменьшению напряжения на нейтрали в аварийном режиме в сети с глухозаземленной нейтралью.
3. Определение уровня напряжения на нейтрали.
4. Выбор мероприятий для оптимизации напряжения на нейтрали.
5. Влияние напряжения на нейтрали на фазные напряжения в нормальном и аварийном режимах.

Занятие 6. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при несимметричной нагрузке в сети с глухозаземленной нейтралью с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 часа)

1. Определение уровня напряжения на нейтрали.
2. Выбор мероприятий для оптимизации напряжения на нейтрали.
3. Влияние повторного заземления нулевого провода на напряжение на нейтрали, также на фазные напряжения в нормальном и аварийном режимах.
4. Принципы построения векторных диаграмм токов и напряжений в сетях с глухозаземленной нейтралью.

Занятие 7. Изучение структуры и систем дугогасительных реакторов. Параметры работы (4 часа)

1. Исследование влияния параметров сети с изолированной нейтралью на емкостные токи.
2. Знакомство с разными типами дугогасительных реакторов.
3. Способы включения реакторов в схемы подстанций.
4. Обсуждение принципа выбора заземления нейтрали: глухозаземленной или изолированной.

Занятие 8. Определение доли несимметрии напряжения для потребителей при симметричном питающем напряжении. (2 часа)

1. Определение фазных напряжений у потребителей с несимметричной нагрузкой при условии симметричного напряжения в энергосистеме.
2. Сравнение расчетной несимметрии напряжений с требованиями ГОСТ.
3. Определение вклада в несимметрию напряжений отдельных потребителей электроэнергии.
4. Расчет доли несимметрии в зависимости от величины нагрузки потребителей.

Занятие 9. Определение доли несимметрии фазных напряжения для энергоснабжающей организации при симметричной нагрузке. (2 часа)

1. Определение суммарного сопротивления потребителей, подключенных к точке общего присоединения.
2. Определение фазных напряжений в энергосистеме при условии симметричной нагрузки потребителей.
3. Сравнение несимметрии напряжений в энергоснабжающей организации с требованиями ГОСТ.
4. Расчет доли несимметрии фазных напряжений в энергосистеме.

Занятие 10. Определение коэффициентов несимметрии фазных напряжений для потребителей и энергоснабжающей организации отдельно при несимметрии нагрузки или несимметрии питающего напряжения. (2 часа)

1. Определение коэффициентов несимметрии напряжений для потреби-

телей при условии симметрии напряжения энергоснабжающей организации.

2. Определение коэффициентов несимметрии напряжений для энергоснабжающей организации отдельно при условии симметричной нагрузки потребителей.

3. Расчет доли несимметрии напряжений совместно для потребителей и энергосистемы.

4. Обсуждение мероприятий для уменьшения несимметрии фазных напряжений как для потребителей, так и для энергоснабжающей организации.

Занятие 11. Изучение Договора на пользование электроэнергией с использованием метода активного обучения групповая консультация (2 часа)

1. Изучение Приложения к Договору по качеству электроэнергии

2. Изучение Приложения к Договору по потреблению реактивной электроэнергии.

3. Изучение Договора в части учета электроэнергии.

4. Обсуждение вариантов заключения Договоров на пользование электрической энергии для различных видов потребителей.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Режимы работы нейтрали	ПК-7	<p>Знает режимы работы нейтрали в сетях общего назначения;</p> <p>основное оборудование для компенсации зарядных токов; виды учета электроэнергии;</p> <p>особенности работы сетей с изолированной и глухозаземленной нейтралью;</p> <p>Умеет определить степень несимметрии в сетях низкого напряжения и выбрать меры по ее уменьшению;</p> <p>рассчитать токи замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью и выбрать дугогасительный реактор;</p> <p>Владеет методикой определения параметров дугогасящих реакторов;</p> <p>навыками выбора типов схем подключения нейтрали по отношению к заземлению в сетях низкого напряжения;</p>	Решение и защита индивидуального расчетно-графического задания №1 1-4 недели обучения (РЗ)	Тестирование (Т) Экзамен (Экз), Вопросы 1-15 перечня типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2)
				Решение и защита индивидуального расчетно-графического задания №2 (РЗ) 5-6 недели	
				Устный опрос на семинарском занятии (УО) Подготовка сообщений (ДКЛ) и рефератов	
2	Качество электроэнергии	ПК-7	Знает основные положения нормативных документов по качеству	Решение и защита индивидуального расчетного задания № 3 Устный опрос на	Тестирование (Т) Экзамен (Экз), Вопросы 16-35 перечня

			<p>электроэнергии; причины отклонений показателей качества</p> <p>электроэнергии; влияние качества электроэнергии на работу электроприемников</p> <p>Умеет Составить мероприятия для поддержания показателей качества</p> <p>электроэнергии на требуемом уровне; оценить необходимость компенсации зарядных токов;</p> <p>Владеет навыками оценки показателей качества электроэнергии;</p>	<p>семинарском занятии (УО). Подготовка сообщений и рефератов (ДКЛ)</p>	<p>типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2)</p>
3	Учет электроэнергии	ПК-7	<p>Знает; виды учета электроэнергии; требования, предъявляемые к качеству электрической энергии;</p> <p>организацию учета электроэнергии; методы компенсации зарядный токов в сетях с изолированной нейтралью;</p> <p>Умеет выбрать тип учета электроэнергии</p> <p>Владеет методами выбора дугогасительного реактора;</p> <p>требованиями к организации учета электроэнергии;</p> <p>способами учёта электроэнергии</p>	<p>Устный опрос (УО) на семинарском занятии. Изучение Договора на использование электроэнергии</p>	<p>Тестирование (Т)</p> <p>Экзамен (Экз), Вопросы 36-42 перечня типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2)</p>

Типовые контрольные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2011, - 464с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694239&theme=FEFU>
2. Качество электроэнергии и режимы ее потребления в системах электроснабжения / А. Г. Немцев, Г. А. Немцев, - Чебоксары.:Изд-во Чувашского университета, 2010.- 439 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:552980&theme=FEFU>
3. Васильченко В. И. Контроль и учет электроэнергии в современных системах электроснабжения, - Белгород.: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. - 243 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-28351&theme=FEFU>
4. Кудрин Б.И. Система электроснабжения: учебное пособие для вузов, - М.: Изд-во Академия, 2011. - 351 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668530&theme=FEFU>
5. Электроснабжение. Курсовое проектирование : учебное пособие для вузов / Г. В. Коробов, В. В. Картавцев, Н. А. Черемисинова ; под общ. ред. Г. В. Коробова, - СПб.: Изд-во Лань, 2014.- 191 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731535&theme=FEFU>
6. Вайнштейн Р.А., Коломиец Н.В., Шестакова В.В. Режимы заземления нейтрали в электрических системах: учебное пособие. - Томск : Изд-во ТПУ, 2006.- 118 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/947/73947>
7. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ по дисциплине «Специальные вопросы электроснабжения» (для бакалавров по образовательной программе 13.03.02 «Элек-

троэнергетика и электротехника»). Учебное электронное издание. Практикум. Учебное электронное издание. Режим доступа:
<http://www.dvfu.ru/schools/engineering/science/scientific-and-educational-publications/manuals/> Составитель Бурлакова Г.И. ДВФУ, Владивосток, 2016.

Дополнительная литература

1. Фадеева Г.А., Федин В.Т. «Проектирование распределительных электрических сетей». Минск «Высшая школа» 2009. - 360 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-505813&theme=FEFU>
2. Суднова В.В. «Качество эл.энергии» М.ЗАО «Энергосервис», 2000. - 280с.
3. Режимы заземления нейтрали в электрических системах. Учебное пособие Автор/создатель Вайнштейн Р.А., Коломиец Н.В., Шестакова. Подготовлено в Московском государственном университете технологий и управления. М.МГУПИ 2006. - с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/947/73947/53068>
4. Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных установок. М.: Энергоатомиздат 1991. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:409398&theme=FEFU>
5. Справочник по проектированию электроснабжения. Под редакцией Барыбина Ю.Г. и др. М.Энергоатомиздат 1990. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411284&theme=FEFU>
6. Качество электрической энергии. Лабораторный практикум. Автор/создатель: Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Муравлев А.А. Год: 2010. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, А.А. Муравлёв; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 87 с. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/294/75294>
7. Электроснабжение промышленных предприятий: метод. Указания к лабораторным работам / сост.: К.А. Набатов, В.В. Афонин, А.В. Баранов. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010.-28 с. - Режим доступа:

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральный центр цифровых образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

**Перечень информационных технологий
и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Visio, 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".

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Управление качеством электроэнергии» отводится 72/16 часов аудиторных занятий и 36 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), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

-**практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практических занятиях преподаватель дает методику выбора оборудования, построения графиков нагрузок, расчёта центра электрических нагрузок, расчёта режимов по пройденным темам. Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания по трем расчётно-графическим работам (РГР): **РГР №1 Выбор дугогасящего реактора; РГР №2 Определение фазных напряжений у потребителя; РГР №3 Показатели качества электроэнергии. Несимметрия напряжений. Определение виновников искажения качества эл.энергии по несимметрии напряжений.** Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и методы решения. Выполнение и защита расчетно-графических заданий развивает профессиональные навыки, приучает обосновывать принятые решения, учит профессиональному языку;

-**самостоятельная работа** в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. 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.

По данной дисциплине разработаны «Методические указания», которые доступны в фондах кафедры «Электроэнергетики и электротехники» и могут быть использованы при подготовке:

Рекомендации по подготовке к экзамену:

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Основное в подготов-

ке к сессии - повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат - возможное отчисление из учебного заведения.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» проходят в аудитории, оборудованной мультимедийной системой: проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Энергетические системы и комплексы»
Форма подготовки: очная

Владивосток
2020

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма кон- троля
1. Выбор дугогасящего реактора	1,2,3,4 недели	РГР	4 недели	УО, Защита РЗ
2. Определение фазных напряжений у потребителя.	5,6,7 недели	РГР	3 недели	УО, Защита РЗ
3. Показатели качества электроэнергии. Несимметрия напряжений. Определение виновников искажения качества электроэнергии по несимметрии напряжений	8,9,10 недели	РГР	3 неделя	УО, Защита РЗ
4. Составление приложений к Договору на пользование электроэнергией по качеству электроэнергии.	11 неделя	РГР	1 недели	УО Реферат
5. Подготовка к итоговой контрольной работе. Тестирование	12 неделя обучения	КР Т	1 неделя	КР Т

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

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

Варианты РГР:

РГР №1 Выбор дугогасящего реактора

В вариантах РГР №1 задаются характеристики кабельных линий, отходящих от подстанции заданного напряжения: длины и сечения. Студентам необходимо

выполнить следующие расчеты:

1. Определить емкости линий относительно земли и суммарной емкости.
2. Определить токи замыкания на землю в линиях тремя методами при различных вариантах включения линий.
3. Определить фазные напряжения и токи относительно земли, напряжение на нейтрали U_{A3} , U_{B3} , U_{C3} , U_N (комплексные величины) в режиме замыкания на землю фазы А.
4. Подбор дугогасящего реактора (ДГР).
- 5 Определить все возможные при данных типов реакторов значения параметра индуктивной проводимости реактора.
6. Подобрать оптимальные настройки ДР (т.е. степень расстройки компенсации для режимов работы электроустановки , определенных в п.2 задания и токи замыкания на землю, используя данные полученные по варианту расчетов б)
7. Для нормального режима работы, считая, что включен самый мощный ДР и его расстройка компенсации неизменна, вычислить напряжение на нейтрали U_N . При этом рассмотреть случаи обрыва фазы А на шинах у одной линии, двух линий и т.д. по п.2 задания. Принять, что сеть работает на холостом ходу.

РГР №2 Определение фазных напряжений у потребителя

В вариантах РГР №2 задаются характеристики по-фазных мощностей жилого дома, параметры питающей линии: длина и сечение, а также сопротивление заземлителей основного и повторного. Студентам необходимо выполнить следующие задания: определить фазные напряжения у потребителя при нормальном и аварийном режимах работы; а также построить векторные диаграммы напряжений для всех режимов работы.

РГР №3 Показатели качества электроэнергии. Несимметрия напряжений. Определить виновников искажения качества эл.энергии по несимметрии напряжений. Установить степень вины.

В вариантах РГР №3 задаются параметры питающих фазных напря-

жений в точке общего присоединения трех потребителей, а также фазные токи, потребляемые каждым потребителем. Студентам необходимо определить вклад каждого потребителя отдельно и энергосистемы в искажение напряжения на шинах подстанции по обратной и нулевой последовательности.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в форме письменного отчета, содержащего решения задачи с пояснениями по каждому пункту. Изложение в отчете должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами, векторными диаграммами.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на РГР;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников; приложения.

Материалы отчета должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Отчет 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.

Выполнение трех РГР является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Специальные вопросы электроснабжения».

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты расчётно-графического 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 РГР 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.

✓ Менее 5 баллов - работа не выполнена и не принимается



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль «Энергетические системы и комплексы»

Форма подготовки: очная

**Владивосток
2020**

Паспорт ФЭС

ПК-7 - Способен обоснованию необходимых действий по обеспечению требуемого уровня технического состояния теплотехнического и электротехнического оборудования проведению профилактических мероприятий предотвращения нарушений, аварий в работе теплоэлектросилового оборудования	Знает	параметры электротехнического оборудования, определяющие его техническое состояние; по каким параметрам определяется состояние изоляции
	Умеет	проводить выбор параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния; проанализировать значения параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния
	Владеет	навыками использования диагностических параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния с помощью средств измерений; знаниями определения средств измерений, обеспечивающих достоверное измерение параметров электротехнического оборудования для оценки технического состояния

Перечень используемых оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Режимы работы нейтрали	ПК-7	<p>Знает режимы работы нейтрали в сетях общего назначения; основное оборудование для компенсации зарядных токов; виды учета электроэнергии; особенности работы сетей с изолированной и глухозаземленной нейтралью; Знает режимы работы нейтрали в сетях общего назначения; основное оборудование для компенсации зарядных токов; виды учета электроэнергии; особенности работы сетей с изолированной и глухозаземленной нейтралью;</p>	<p>Решение и защита индивидуального расчетнографического задания №1 1-4 недели обучения (РЗ)</p> <p>Решение и защита индивидуального расчетнографического задания №2 (РЗ) 5- 6 недели</p> <p>Устный опрос на семинарском занятии (УО) Подготовка сообщений (ДКЛ) и рефератов</p>	<p>Тестирование (Т) Экзамен (Экз), Вопросы 1-15 перечня типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2)</p>
			<p>Умеет определить степень несимметрии в сетях низкого напряжения и выбрать меры по ее уменьшению; рассчитать токи замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью и выбрать дугогасительный реактор;</p>		
			<p>Владеет методикой определения параметров дугогасящих реакторов; навыками выбора типов схем подключения нейтрали По отношению к заземлению в сетях низкого напряжения</p>		
2	Качество электроэнергии	ПК-7	<p>Знает основные положения нормативных документов по качеству электроэнергии; причины отклонений показателей качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на работу электроприемников Умеет Составить мероприятия для поддержания показателей</p>	<p>Решение и защита индивидуального расчетного задания №3 Устный опрос на семинарском занятии (УО). Подготовка сообщений и рефератов (ДКЛ)</p>	<p>Тестирование (Т) Экзамен (Экз), Вопросы 16- 35 перечня типовых экзаменационных вопросов.</p>

			качества электроэнергии на требуемом уровне; оценить необходимость компенсации зарядных токов; Владеет навыками оценки показателей качества э		(Приложение 2)
3	Учет электроэнергии	ПК-7	Знает; виды учета электроэнергии; требования, предъявляемые к качеству электрической энергии; организацию учета электроэнергии; методы компенсации зарядных токов в сетях с изолированной нейтралью; Умеет выбрать тип учета электроэнергии Владеет методами выбора дугогасительного реактора; требованиями к организации учета электроэнергии; способами учёта электроэнергии	Устный опрос (УО) на семинарском занятии. Изучение Договора на использование электроэнергии	Тестирование (Т) Экзамен (Экз), Вопросы 36- 42 перечня типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2)

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты расчётно-графических работ и индивидуального домашнего задания, тестирования) 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;

-контрольная работа (проводится после освоения основных заданий по дисциплине);

- 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 «Управление качеством электроэнергии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Управление качеством электроэнергии» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, вопросы подбираются из различных разделов и тем, изучаемых в семестре. Время подготовки к ответу на экзамене составляет 30-40 минут. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить эти знания на практике.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень типовых экзаменационных вопросов

1. Режимы работы нейтрали в электроустановках.
2. Типы систем в электроустановках до 1 кВ (по отношению к заземлению).
3. Режимы работы сети с глухозаземленной нейтралью (нормальный и аварийный).
4. Схема замещения и параметры сети с изолированной нейтралью.

5. Токи замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
6. Составляющие тока. Формулы его определения.
7. Схема замещения и параметры сети с компенсированной нейтралью.
8. Напряжения сети с компенсированной нейтралью в режиме однофазного замыкания.
9. Ток замыкания на землю в сетях с компенсированной нейтралью. Составляющие тока.
10. Типы дугогасящих реакторов и их выбор.
11. Параметры сети резонансно-заземленной нейтралью.
12. Ток замыкания на землю в сети с эффективно-заземленной нейтралью.
13. Выбор режима нейтрали в сетях напряжением выше 1кВ и его обоснование..
14. Выбор режима нейтрали.
15. Дуговые и бездуговые замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.
16. Ущерб от ухудшения качества электроэнергии.
17. Основные показатели качества электроэнергии и их нормирование.
18. Нормирование и расчет отклонений напряжения.
19. Влияние отклонения напряжения на работу различных электроприемников.
20. Средства и способы регулирования напряжения в системах электроснабжения.
21. Отклонение частоты, причины возникновения, последствия. Мероприятия по поддержанию частоты в энергосистеме.
22. Причины возникновения и последствия колебаний напряжения.
23. Расчет колебаний напряжения и их нормирование.
24. Мероприятия по снижению колебаний напряжения.
25. Статические компенсирующие устройства прямой и косвенной компенсации.
26. Причины возникновения, последствия и расчет несимметрии напряжений.

27. Мероприятия по снижению несимметрии напряжений.
28. Мероприятия по снижению высших гармоник.
29. Симметрирующие устройства.
30. Причины возникновения и влияние несинусоидальности напряжения
31. Влияние вентильных преобразователей на качество электроэнергии.
32. Влияние дуговых сталеплавильных печей на качество электроэнергии.
33. Работа батарей конденсаторов в сетях с нелинейными нагрузками.
34. Фильтрокомпенсирующие устройства.
35. Определение вклада потребителей в искажение качества электроэнергии по несимметрии.
36. Контроль ПКЭ в условиях эксплуатации.
37. Коммерческий и технический учет электрической электроэнергии.
38. Счетчики электрической энергии, их типы и параметры.
39. Измерительные системы для учета электроэнергии. Назначение АСКУЭ.

Вопросы к контрольной работе

Раздел 1. Режимы работы нейтрали.

1. Режимы работы нейтрали в электроустановках.
2. Типы систем в электроустановках до 1 кВ (по отношению к заземлению).
3. Режимы работы сети с глухозаземленной нейтралью (нормальный и аварийный).
4. Схема замещения и параметры сети с изолированной нейтралью.
5. Токи замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Составляющие тока. Формулы его определения.
6. Схема замещения и параметры сети с компенсированной нейтралью.
7. Типы дугогасящих реакторов и их выбор.
8. Параметры сети резонансно-заземленной нейтралью.
9. Ток замыкания на землю в сети с эффективно-заземленной нейтралью.
10. Дуговые и бездуговые замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.

Раздел 2. Качество электроэнергии

1. Ущерб от ухудшения качества электроэнергии. Основные показатели качества электроэнергии и их нормирование.
2. Нормирование и расчет отклонений напряжения. Влияние отклонения напряжения на работу различных электроприемников.
3. Отклонение частоты, причины возникновения, последствия. Мероприятия по поддержанию частоты в энергосистеме.
4. Причины возникновения и последствия колебаний напряжения. Расчет колебаний напряжения и их нормирование.
5. Мероприятия по снижению колебаний напряжения. Статические компенсирующие устройства прямой и косвенной компенсации.
6. Причины возникновения, последствия и расчет несимметрии напряжений. Мероприятия по снижению несимметрии напряжений.
7. Мероприятия по снижению высших гармоник. Симметрирующие устройства.
8. Причины возникновения и влияние несинусоидальности напряжения. Влияние вентильных преобразователей и дуговых сталеплавильных печей на качество электроэнергии.
9. Работа батарей конденсаторов в сетях с нелинейными нагрузками. Фильтрокомпенсирующие устройства.
10. Контроль ПКЭ в условиях эксплуатации.

Раздел 3. Учет электроэнергии

1. Коммерческий и технический учет электрической электроэнергии.
2. Трансформаторный учет электроэнергии.
3. Классы точности электросчетчиков и измерительных трансформаторов тока.
4. Зонный (по времени суток) учет электроэнергии.
5. Учет активной и реактивной энергии.
6. Схемы включения электросчетчиков прямого включения и через измерительные трансформаторы.
7. Одноставочный учет электроэнергии.

8. Двухставочный учет электроэнергии.
9. Счетчики электрической энергии, их типы и параметры.
10. Измерительные системы для учета электроэнергии. Назначение АС-КУЭ.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»:**

Баллы (рейтинговой оценки)%	Оценка эк- замена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100 - 86	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил режимы работы нейтрали, показатели качества электроэнергии, организацию учета электроэнергии, умеет оценить полученные результаты расчётов согласно требованию обеспечения потребителей качественной электроэнергией, владеет методикой определения зарядных токов в линии и способами его компенсации.
85 - 76	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к разным режимам работы нейтрали, способен рассчитать показатели качества электроэнергии, правильно применяет теоретические положения по учетам электроэнергии.
75 - 61	«удовле- творитель- но»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил конструктивных особенностей дугогасительного реактора, влияние параметров электроэнергии на работу электроприемников, допускает неточности, испытывает затруднения при определении способов компенсации зарядных токов в линии.
60 и менее	«неудовле- творитель- но»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями определяет режимы работы нейтрали, плохо знает показатели качества электроэнергии. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Типовые задания для выполнения расчетно-графических работ по дисциплине «Управление качеством электроэнергии»

Расчетное задание №1

Выбор дугогасящего реактора

От шин электроустановки номинальным напряжением U_N отходят три кабельные линии, известные длина и сечение каждой из них.

Требуется:

1. Определение емкостей линий относительно земли и суммарной емкости.
2. Определение токов замыкания на землю в линиях тремя методами при различных вариантах включения линий
3. Определение фазных напряжений и токов относительно земли напряжение нейтрали U_{A3} , U_{B3} , U_{C3} , U_N (комплексные величины) в режиме замыкания на землю фазы А(все линии включены).
4. Подбор дугогасящего реактора (ДР).
5. Определить все возможные при данных типов реакторов значения параметра $(1/\text{ш}*\text{Б})$.
6. Подобрать оптимальные настройки ДР (т.е. степень расстройки компенсации и $\square \square$ для режимов работы электроустановки, определенных в и.2 задания и токи замыкания на землю, используя данные полученные по варианту расчетов б)
7. Для нормального режима работы ($R_n = \infty$), считая, что включен самый мощный ДР и его расстройка компенсации неизменна, вычислить напряжение на нейтрали U_N .

При этом рассмотреть случаи обрыва фазы А на шинах у одной линии, двух линий и т.д. по п.2 задания. Принять, что сеть работает на холостом ходу. Коэффициент успокоения d считать равным 0,04.

Расчетное задание №2

Определение фазных напряжений у потребителя

От шин ТП 6-0,4кВ питается жилой дом (трехфазный потребитель). Расстояние от ТП до потребителя $l, м$. Питающая линия (нечетные варианты - ВЛ с проводом марки А, четные - кабель марки ААШв) - четырехжильная, сечение жилы - $s, мм^2$. Известны фазные нагрузки потребителя: P_A, P_B и $P_C, кВт$. Сопротивление заземлителя, расположенного у ТП, составляет $R_z, Ом$. На вводе в жилой дом произведено повторное заземление нулевого провода, его сопротивление равно $R_m, Ом$.

Требуется:

1. Определить фазные напряжения у потребителя при:
 - нормальном режиме работы;
 - обрыве нулевого провода линии и отсутствии повторного заземления;
 - обрыве нулевого провода линии и наличии повторного заземления (два значения);
2. Построить векторные диаграммы напряжений для всех режимов работы.

Расчетное задание №3

ПКЭ. Несимметрия напряжений.

Определить виновников искажения качества электроэнергии по несимметрии напряжений. Установить степень вины.

От шин напряжением 0,4 кВ подстанции, являющихся точкой общего присоединения (ТОП), по радиальной схеме питаются три потребителя. Информационно-вычислительный комплекс измерил напряжения на шинах *или, иви, иси* и фазные токи *Бл, Бв, he* i -го потребителя.

Требуется определить вклад каждого потребителя отдельно и энергосистемы в искажение напряжения на шинах подстанции по обратной и нулевой последовательности.

Критерии оценки РГР и ИДЗ:

- ✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все

пункты расчётно-графического 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 РГР 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.

Тесты для текущего контроля

Раздел 1. Режимы работы нейтрали.

1.1. Вопрос. Каких режимов нейтрали нет.

- Ответы.*
1. Глухозаземленная нейтраль
 2. Глухоизолированная нейтраль.
 3. Эффективно заземленная нейтраль.
 4. Изолированная нейтраль
 5. Нейтраль заземленная через дугогасящий реактор.

1.2. Вопрос. Что означают буквы I и T в обозначениях токоведущих проводников в зависимости от их конфигурации. Первая буква.

- Ответы.*
1. I - изолированная нейтраль, T - отсутствует соединение с землей.
 2. I - соединение с землей, T - непосредственное соединение с землей.
 3. I - токоведущие части изолированы от земли, T - прямая связь нейтрали с землей.
 4. I - заземленная нейтраль, T - изолированная нейтраль.

1.3. Вопрос Что означают буквы T и N в обозначениях токоведущих проводников в зависимости от их конфигурации. Вторая буква *Ответы.* 1. T - Отсутствует соединение с проводящих частей с землей, N- непосредственное

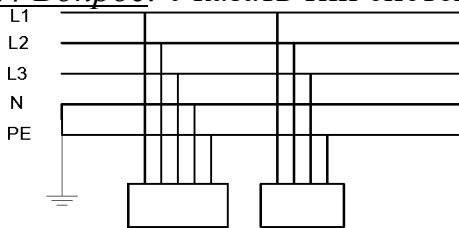
соединение токопроводящих частей с землей.

2. Т - непосредственное соединение с землей, N - соединение проводящих частей с помощью РЕ или РЕ N - проводника.

3. Т - изолированная нейтраль, N - соединение с проводящих частей с землей отсутствует,

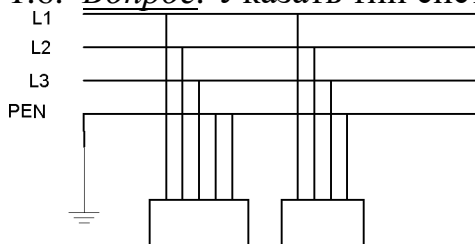
4. Т - заземленная нейтраль, N - изолированная нейтраль.

1.4 Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



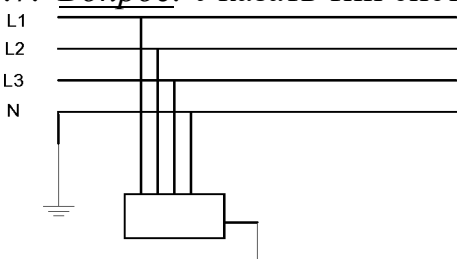
- Ответы.
1. TN - S
 2. TN - C - S
 3. TN -C
 4. TT
 5. IT

1.6. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



- Ответы.
1. TN - S
 2. TN - C - S
 3. TN -C
 4. TT
 5. IT

1.7. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



- Ответы.
1. TN - S
 2. TN - C - S

3. TN -С

4. TT

5. IT

1.8. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.

L1 -----
L2 -----
L3 -----
N

1 Д - .

Ответы. 1 TN - S

2. TN - С - S

3. TN -С

4. TT

5. IT

1.9. Вопрос. Ток однофазного короткого замыкания в аварийном режиме в системе с глухозаземленной нейтралью *Ответы.* 1. $I_{окз} = \frac{U_{ф}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}$

2. $I_{окз} = \frac{U_{ф}}{Z_{\Sigma}}$

3. $I_{окз} = \frac{U_{ф}}{Z_{\Sigma}}$

4. $I_{окз} = \frac{U_{ф}}{Z_{\Sigma}}$

1.10. Вопрос. Влияние повторного заземления R_n на величину напряжения на нейтрали U_N в аварийном режиме.

Ответы. 1. Чем больше сопротивление повторного заземления R_n , тем больше напряжение на нейтрали U_N .

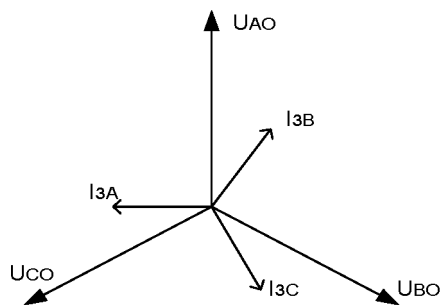
2. Чем меньше сопротивление повторного заземления R_n , тем меньше напряжение на нейтрали U_N .

3. Чем больше сопротивление повторного заземления R_n , тем меньше напряжение на нейтрали U_N .

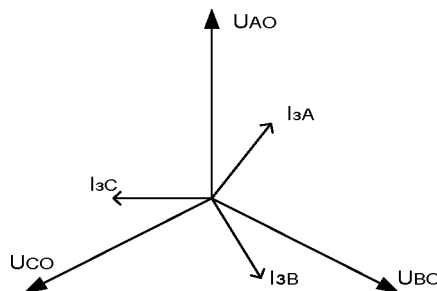
4. Сопротивление повторного заземления R_n не влияет на величину напряжения на нейтрали U_N .

1.11. Вопрос. Векторная диаграмма сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.

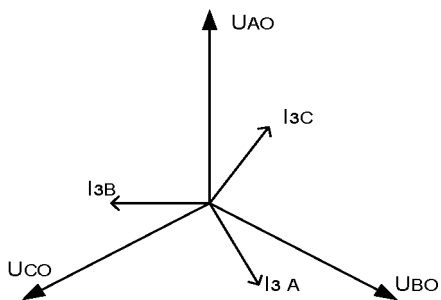
Ответы.



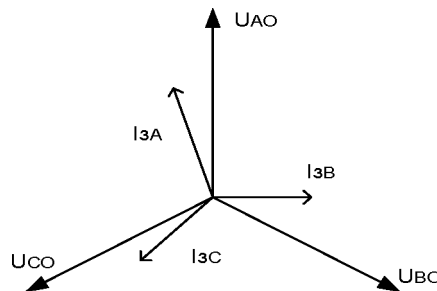
2.



3.



4.



1.16. Вопрос. Величина допустимого емкостного тока линии (А) с изолированной нейтралью без компенсации.

- Ответы. 1. При $U=6\text{кВ}$ $I_z < 30$; при $U=10\text{кВ}$ $I_z < 20$; при $U=35\text{кВ}$ $I_z < 10$
2. $U=6$ $I_z < 10$ $U=10$ $I_z < 20$ $U=35$ $I_z < 10$
3. $U=6$ $I_z < 20$ $U=10$ $I_z < 30$ $U=35$ $I_z < 10$
4. $U=6$ $I_z < 15$ $U=10$ $I_z < 10$ $U=35$ $I_z < 30$

1.17. Вопрос. Формула приближенного расчета зарядного тока а) для воздушных линий, б) для кабельных линий.

Ответы. 1. а) $I = U/X$ б) $I = U/R$

2. а) $I = DL/10$ б) $I = UL/350$
3. а) $I = U/R$ б) $I = U/X$
4. а) $I = UL/350$ б) $I = UL/10$

1.20. Вопрос. Величина суммарной мощности дугогасящих реакторов

Ответы. 1. $S_p = U_n \cdot I_z \text{ макс.}$

2. $S_p = 1,5 \cdot I_z$
3. $S_p = 1,25 \cdot I_z \text{ мин.}$
4. $S_p = 1,25 \cdot I_z \text{ макс.}$

1.21. Вопрос. Коэффициент замыкания на землю в сети с эффективно заземленной нейтралью

- Ответы. 1. $K_z < 1,2$
2. $K_z < 1,4$
3. $K_z < 1,7$
4. $K_z < 2,0$

1.22. Вопрос. В каких сетях выбирается режим с изолированной нейтралью.

Ответы. 1. В сетях напряжением до 1 кВ

2. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю больше соответственно 30А, 20А, 10А.

3. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю меньше соответственно 30А, 20А, 10А.

4. В сетях напряжением выше 110 кВ

1.23. Вопрос. В каких сетях выбирается режим с эффективно заземленной нейтралью.

Ответы. 1. В сетях напряжением до 1 кВ

2. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю больше соответственно 30А, 20А, 10А.

3. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю меньше соответственно 30А, 20А, 10А.

4. В сетях напряжением выше 110 кВ

Раздел 2. Качество электроэнергии.

2.1. Вопрос. Каким документом регламентируются нормы показателей качества электроэнергии.

Ответы. 1. Гражданским кодексом.

2. Правилами устройства электроустановок.

3. ГОСТ

4. Правилами технической эксплуатации.

2.2. Вопрос. Требования ГОСТ для величины положительного $\delta U(+)$ и отрицательного $\delta U(-)$ отклонения напряжения в точке общего присоединения (ТОП).

Ответы. 1. $\delta U(-) = 5\%$ ином $\delta U(+)=5\%$ ином.

2. $\delta U(-) = 5\% \wedge_{\text{ом}}$ $\delta U(+)=10\% \wedge_{\text{ом}}$.

3. $\delta U(-) = 10\% \wedge_{\text{ом}}$ $\delta U(+)=10\% \wedge_{\text{ом}}$.

4. $\delta U(-) = 1\%$ иШМ $\delta U(+)=5\%$ $U_{\text{ном}}$.

2.3. Вопрос. Требования ГОСТ для величины суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения $\% K_d$ при номинальном напряжении $U_n=0,38\text{кВ}$

Ответы 1. $K_{d \text{ норм.}}=8,0$ и $K_{U \text{ пред.}}=12,0$

2. $K_{и \text{ норм.}}=4,0$ $K_{U \text{ пред.}}=6,0$

3. $K_{g \text{ норм.}}=10,0$ $K_{U \text{ пред.}}=15,0$

4. $K_{g \text{ норм.}}=5,0$ $K_{U \text{ пред.}}=$

2.4. Вопрос. Требования ГОСТ для величины а) коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности $K_{2н}$ и б) коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности $K_{0н}$ *Ответы* 1.

а) $K_{2н} = 2\%$ $K_{2н\text{ пред.}} = 4\%$ б) $K_{0н} = 2\%$ $K_{0н\text{ пред.}} = 4\%$.

2. а) $K_{2н} = 1\%$ $K_{2н\text{ пред.}} = 2\%$ б) $K_{0н} = 1\%$ $K_{0н\text{ пред.}} = 2\%$.

3. а) $K_{2н} = 4\%$ $K_{2н\text{ пред.}} = 6\%$ б) $K_{0н} = 4\%$ $K_{0н\text{ пред.}} = 6\%$

4. а) $K_{2н} = 5\%$ $K_{2н\text{ пред.}} = 10\%$ б) $K_{0н} = 5\%$ $K_{0н\text{ пред.}} = 10\%$.

2.5. Вопрос. Требования ГОСТ для величины отклонения частоты Δf *Ответы* 1. $\Delta f_n = 0,2 \text{ Гц}$ $\Delta f_{\text{пред.}} = 0,4 \text{ Гц}$

2. $\Delta f_n = 0,2\%$ $\Delta f_{\text{пред.}} = 0,4\%$

3. $\Delta f_n = 0,5 \text{ Гц}$ $\Delta f_{\text{пред.}} = 1 \text{ Гц}$

4. $\Delta f_n = 0,5\%$ $\Delta f_{\text{пред.}} = 1,0\%$.

2.6. Вопрос. Влияние увеличения уровня напряжения на работу электроприемников

а) электроосвещения, б) электродвигателей.

Ответы. 1. а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) ротор перегревается

2. а) срок службы ламп накаливания уменьшается б) статор перегревается

3. а) срок службы ламп накаливания уменьшается б) ротор перегревается

4. а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) статор перегревается

2.7. Вопрос. Влияние уменьшения уровня напряжения на работу электроприемников

а) электроосвещения, б) электродвигателей.

Ответы. 1 а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) статор перегревается

2. а) срок службы ламп накаливания увеличивается, световой поток уменьшается б) ротор перегревается, пусковой момент уменьшается.

3. а) срок службы ламп накаливания уменьшается, световой поток уменьшается б) ротор перегревается, пусковой момент увеличивается.

4. а) срок службы ламп накаливания уменьшается, световой поток увеличивается

вается б) статор перегревается, пусковой момент уменьшается.

2.8. Вопрос. Комплекс мероприятий по снижению отклонения напряжения

Ответы 1. Регулировка напряжения.

2. Стабилизация напряжения.
3. Компенсация реактивной энергии.
4. Подключение добавочного напряжения.

2.9. Вопрос. Комплекс мероприятий по снижению колебания напряжения

Ответы 1. Регулировка напряжения.

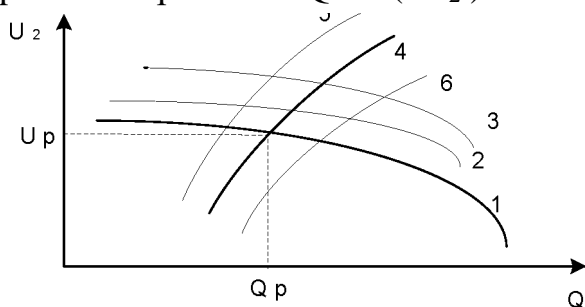
2. Стабилизация напряжения.
3. Компенсация реактивной энергии.
4. Подключение добавочного напряжения

2.10. Вопрос. Какие мероприятия позволяют уменьшить отклонение напряжения до номинального (согласованного) U_0 (U_C).

Ответы: 1. Установка фильтров высших гармоник.

2. Установка реакторов.
3. Компенсация реактивной энергии.
4. Компенсация реактивной энергии и подключение добавочного напряжения.

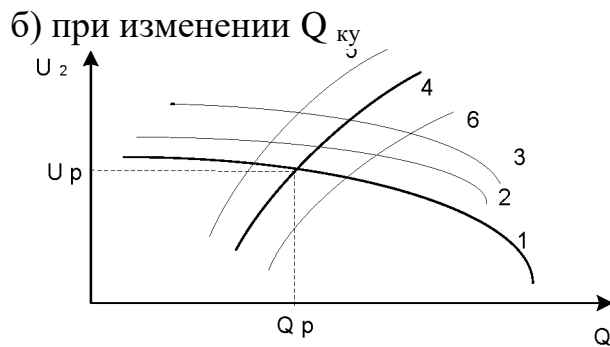
2.11. Вопрос. Зависимость а) уровня напряжения от потребляемой реактивной мощности $U_2 = f(Q)$, б) потребляемой реактивной мощности от уровня напряжения $Q = f(U_2)$



Ответы 1. а) Графики 1,2,3. б) Графики 4,5,6.

2. а) Графики 4,5,6 б) Графики 1,2,3.
3. а) График 1 б) График 2
4. а) График 4 б) График 5

2.12. Вопрос. Графики, зависимости уровня напряжения от потребляемой реактивной мощности $U_2 = f(Q)$ и потребляемой реактивной мощности от уровня напряжения $Q = f(U_2)$, построенные а) при увеличении $U_{доб.}$



Ответы 1. а) Графики 2,3. б) Графики 5,6.

2. а) Графики 5,6 б) Графики 2,3.

3. а) График 1 б) График 2

4. а) График 4 б) График 5

2.13. Вопрос. Влияние колебания напряжения на работу электроприемников

Ответы. 1. Срок службы ламп накаливания увеличивается, срок службы электродвигателей уменьшается.

2. Срок службы ламп накаливания уменьшается, срок службы электродвигателей увеличивается

3. Мерцание ламп освещения, нарушение работы средств связи и телевидения.

4. Уменьшение светового потока ламп освещения.

2.14. Вопрос. Какие электроприемники создают в сети колебания напряжения.

Ответы. 1. Электродвигатели.

2. Нелинейная нагрузка (выпрямители)

3. Резкопеременная нагрузка (дуговые сталеплавильные печи, прокатные станы и т.п.).

4. Электроосвещение.

2.15. Вопрос. Какие устройства позволяют уменьшить размах колебания напряжения.

Ответы. 1. Фильтры.

2. Реакторы

3. Батареи конденсаторов

4. Синхронные компенсаторы и статические компенсирующие устройства.

2.16. *Вопрос.* Из чего состоят статические компенсирующие устройства (для компенсации колебаний напряжения) прямой компенсации.

Ответы. 1. Фильтров.

2. Реакторов.

3. Батареи конденсаторов и фильтров высших гармоник.

4. Фильтров высших гармоник.

2.17. *Вопрос.* Из чего состоят статические компенсирующие устройства (для компенсации колебаний напряжения) косвенной компенсации.

Ответы. 1. Фильтры и реакторы.

2. Плавно регулируемый реактор и нерегулируемые батареи конденсаторов или фильтры высших гармоник

3. Батареи конденсаторов и фильтры высших гармоник.

4. Фильтры высших гармоник.

2.18. *Вопрос.* Источники несимметрии напряжения и токов при а) продольной и б) поперечной несимметрии.

Ответы: 1. а) несимметрия источников тока, б) несимметрия нагрузки.

2. а) несимметрия нагрузки, б) несимметрия источников тока.

3. а) несимметрия емкостей, б) несимметрия индуктивностей.

4. а) несимметрия индуктивностей, б) несимметрия емкостей.

2.19. *Вопрос.* Влияние несимметрии напряжения и токов на работу электродвигателей.

Ответы: 1. Нагрев двигателей.

2. Вибрация двигателей.

3. Создание противодействующего момента на валу.

4. Все вышеперечисленное.

2.20. *Вопрос.* Какие мероприятия позволяют уменьшить несимметрию

напряжения и токов у потребителя.

Ответы: 1. Равномерное распределение нагрузок по фазам.

2. Включение батарей конденсаторов.

3. Включение индуктивностей и емкостей в ненагруженные фазы.

4. Равномерное распределение нагрузок по фазам и включение индуктивностей и емкостей в ненагруженные фазы.

2.21. *Вопрос.* Источники несинусоидальности напряжения.

Ответы: 1. Электронагреватели.

2. Электроосвещение

3. Батареи конденсаторов

4. Вентильные преобразователи.

2.22. *Вопрос.* Появление резонанса в сетях с высшими гармониками.

Ответы: 1. При включении батарей конденсаторов.

2. При отключении батарей конденсаторов.

3. При включении трансформаторов.

4. При включении реакторов.

2.23. *Вопрос.* Устройства для уменьшения несинусоидальности напряжения.

Ответы: 1. Батареи конденсаторов.

2. Реакторы.

3. Фильтры.

4. Трансформаторы.

2.24. *Вопрос.* Параметры идеального фильтра.

Ответы: 1. $u_{pю} = C_i$

2. $V_{pю} YC = 0$

3. $v^L = 1/v^C$

4. $v^L > 1/v^{ro} C_i$

2.25. *Вопрос.* Рекомендуемые мероприятия по уменьшению колебаний частоты.

Ответы: 1. Увеличение мощности короткого замыкания трансформатора.

2. Увеличение мощности батарей конденсаторов.

3. Увеличение мощности реакторов.
4. Увеличение мощности нагрузки.

Раздел 3. Учет электроэнергии.

3.1. Вопрос. Какие виды счетчиков электроэнергии не используются.

- Ответы:*
1. Активный и реактивный
 2. Прямого включения
 3. Трансформаторный
 4. Косвенного включения

3.2. Вопрос. Какие виды учета электроэнергии не используются.

- Ответы:*
1. Активный и реактивный
 2. Технический и коммерческий.
 3. Точный и приближенный
 4. Инструментальный

3.3. Вопрос. Зонный учет электроэнергии.

- Ответы:*
1. Учет потребления электроэнергии по времени суток
 2. Учет потребления электроэнергии по дням недели.
 3. Учет потребления электроэнергии по времени года
 4. Учет потребления электроэнергии по уровню напряжения.

3.4. Вопрос. Не применяемый тип счетчиков электроэнергии

- Ответы:*
1. Прямого включения
 2. Косвенного включения.
 3. Трансформаторный
 4. Электронный

3.5. Вопрос. Назначение АСКУЭ.

- Ответы:*
1. Учет электроэнергии
 2. Контроль электроэнергии
 3. Учет и контроль электроэнергии
 4. Учет и контроль электроэнергии и показателей качества.

3.6. Вопрос. Порядок работы двухтарифного счетчика

- Ответы:*
1. Включение шкал учета по времени суток
 2. Включение шкал учета по дням недели.
 3. Включение шкал учета по времени года.
 4. Включение шкал учета по уровню напряжения.

3.7. Вопрос. Порядок учета реактивной энергии.

- Ответы:*
1. Учет по счетчику реактивной энергии.
 2. Учет потребления реактивной энергии в сравнении с эффективным значением реактивной энергии $Qэ$.
 3. Скидки и надбавки к тарифу за компенсацию реактивной энергии.
 4. Скидки и надбавки к тарифу за установку компенсирующих устройств.