

**Приложение 1 к РПД Переходные процессы и перенапряжения
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Высоковольтные
электроэнергетика и электротехника
Форма обучения – очная
Год набора - 2016**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Переходные процессы и перенапряжения
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2016

1. Методические рекомендации.

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные / семинарские занятия.

1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа

или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля

подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано

указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, словоописания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада

Алгоритм создания доклада:

1 этап – определение темы доклада

- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

1.6. Методические рекомендации по составлению глоссария

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария - это определение термина. Она состоит из двух частей: 1. точная формулировка термина в именительном падеже; 2. содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, давайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употребляться данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отдельные слова и термины, но и целые фразы.

1.7 Рекомендации по составлению опорного конспекта

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

Основные требования к форме записи опорного конспекта:

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

Примерный порядок составления опорного конспекта

- 1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
- 2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
- 3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
- 4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
- 5) Составление опорного конспекта.

Содержание самостоятельной работы студентов

Содержание охватывает круг вопросов, связанных: с анализом переходных процессов, вызывающих внутренние перенапряжения в электрических системах; с изучением

путей и способов ограничения этих перенапряжений и защиты от них; методов расчета

кратности перенапряжений и оценки эффективности применяемых мер по защите от них,

с координацией изоляции высоковольтного оборудования при воздействии внутренних

перенапряжений.

Планы практических занятий

1. **Тема** Общая характеристика и классификация перенапряжений. Переходные процессы в электрических цепях. Матричная запись дифференциальных уравнений. Собственные значения (СЗ) и собственные векторы (СВ) матриц.

Литература: [2-29-51].

Вопросы для самоконтроля

1. Объяснить специфические особенности рассматриваемых процессов.
 2. В чем проявляются отличия от аналогичных коммутаций других элементов электрической сети.
 3. Зависимость условий формирования перенапряжений от типа коммутационного аппарата.
 4. Понятие резонансных явлений. Сопоставить резонанс токов и резонанс напряжений.
 5. Установить причинно – следственную связь процессов намагничивания и резонансных явлений.
2. **Тема** Решение системы дифференциальных уравнений электрических цепей через матричную экспоненту. Преобразование подобия. Приведение вещественных матриц общего вида для

схем без потерь к симметричным матрицам.

Литература: [2-76-98].

Вопросы для самоконтроля

1. Объяснить рассматриваемые процессы с позиций закона сохранения энергии.
2. Физика и типы электрических разрядов в воздухе. Условия формирования.
3. Условия формирования дугового разряда. Энергетический баланс.
4. Отличительные признаки процессов формирования рассматриваемых перенапряжений в сети разного класса напряжения.

3. **Тема** Расчет переходных процессов с учетом частотных зависимостей параметров схем замещения высоковольтных устройств. Интегральные преобразования Фурье по Карсону и Лапласу. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью интегрального преобразования Фурье.

Литература: [2-121-165].

Вопросы для самоконтроля

1. Зависимость кратности перенапряжений от класса напряжения сети.
2. Зависимость запаса прочности изоляции в зависимости от класса напряжения сети.
3. Влияние активного сопротивления элементов сети в нормальных, аварийных режимах работы и при формировании перенапряжений.
4. Чем отличаются процессы формирования высокочастотных перенапряжений и коммутационных при коммутациях ненагруженных линий?

4. **Тема** Частотные характеристики типовых внешних напряжений в узлах схем замещения. Многорезонансные передаточные функции сложных схем. Аналитические и численные этапы решения при заданной форме внешних воздействий в многоузловых схемах. Применение преобразования Лапласа к уравнениям в частных производных.

Литература: [1-27-54].

Вопросы для самоконтроля

1. Как влияет вид коммутации (отключение или включение) на характеристики рассматриваемых перенапряжений?
2. Разница понятий: длительность перенапряжений и их повторяемость.
3. Принципиальная разница методов заземления нейтралей сети: эффективное заземление, заземление через реактор, заземление через сопротивление и полная изоляция.
4. Для какой изоляции опасны рассматриваемые перенапряжения.
5. Поясните влияние характеристик вентильного разрядника на импульсный уровень изоляции электрической системы?
- 6.

5. **Тема** Решение уравнений многопроводной линии с частотнозависимыми потерями. Волновые каналы многопроводной линии.

Литература: [1-76-89].

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристические параметры ЭП.
2. Общие уравнения 4-х полюсника.
3. Покажите влияние предвключенного сопротивления на величину резонансных перенапряжений.

4. Соединение 4-х полюсников по цепной схеме.

6. **Тема** Режимы заземления нейтрали энергосистем. Повышение напряжения в несимметричных режимах. Частичное разземление нейтрали. Расчеты токов замыкания в сети с заземленной и изолированной нейтралью.

Литература: [2-103-134].

Вопросы для самоконтроля

1. Коэффициенты 4-х полюсника для последовательного сопротивления.
2. Поясните влияние реактора поперечной компенсации, включенного на питающих шинах, на величину резонансных перенапряжений.
3. Учет насыщения стали трансформаторов.
4. Реактор включен в конце линии. Найдите вынужденную составляющую напряжения на конце ЛЭП.
5. Поясните влияние короны на вынужденную составляющую напряжения

7. **Тема** Дуговые перенапряжения. Гипотезы развития дуговых перенапряжений. Моделирование и методы исследования дуговых перенапряжений. Дуговые перенапряжения в сети с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор. Методы ограничения дуговых перенапряжений.

Литература: [2-140-167].

Вопросы для самоконтроля

1. Физический смысл эффекта Ферранти
2. Теорема преобразования плотности
3. Как определить вероятность перекрытия гирлянды изоляторов
4. Перечислите факторы, определяющие статистичность резонансных перенапряжений
5. Что представляет собой ударный коэффициент перенапряжений

8. **Тема** Коммутационные перенапряжения в сети с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор. Перенапряжения при обрыве тока в реакторе при ликвидации замыканий на землю. Методы расчетов. Требования к размещению дугогасящих реакторов.

Литература: [1-99-123].

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристические параметры электропередачи.
2. Соединение 4-х-полюсников по цепной схеме.
3. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике бесконечной мощности.
4. Физический смысл эффекта Ферранти.

9. **Тема** Коммутационные перенапряжения. Виды, характеристики и особенности формирования. Коммутации ненагруженных трансформаторов. Преобразование энергий. Учет характеристик коммутационных аппаратов. Методы оценки перенапряжений. Ограничение перенапряжений. Коммутации ненагруженных ЛЭП. Методы моделирования и оценки характеристик перенапряжений. Мероприятия, ограничивающие уровни перенапряжений.

Литература: [1-169-188].

Вопросы для самоконтроля

1. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике ограниченной мощности.
2. Выбор выключателя для синхронизации.

3. Влияние короны на резонансные перенапряжения в электрических системах.
 4. Резонансные перенапряжения на высших гармониках.
10. **Тема** Резонансные перенапряжения. Эффект Ферранти. Методы расчетов. Анализ факторов, влияющих на уровень перенапряжений. Методы ограничения перенапряжений при проявлении емкостного эффекта.
- Литература:* [1-189-203].
- Вопросы для самоконтроля*
1. Резонансные перенапряжения при неполнофазных режимах в дальних ЛЭП.
 2. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз в системах с изолированной нейтралью.
 3. Докажите устойчивость режима точки «А» при феррорезонансе.
 4. Докажите устойчивость или неустойчивость режима точки «В» при феррорезонансе в элементарном колебательном контуре.
11. **Тема** Резонансные перенапряжения и защита от них, резонансное смещение нейтрали, емкостной эффект в симметричных режимах линий электропередачи (двухстороннее питание электропередачи)
- Литература:* [1-203-224].
- Вопросы для самоконтроля*
1. Влияние насыщения стали трансформаторов на вынужденную составляющую напряжения.
 2. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Однофазная схема замещения 3-х фазной системы.
 3. Нелинейный гармонический резонанс в элементарном колебательном контуре. Влияние активного сопротивления на установившиеся режимы при феррорезонансе.
 4. Влияние реакторов поперечной компенсации на вынужденную составляющую напряжения.
 5. Перенапряжения на основной частоте при несимметричном К.З. на односторонне питаемой линии.
12. **Тема** Резонансные перенапряжения в неполнофазных режимах блочных электропередач. Резонансные перенапряжения в несимметричных режимах. Мероприятия по подавлению нечетных гармоник.
- Литература:* [2-144-168].
- Вопросы для самоконтроля*
1. Параметрический резонанс.
 2. Самовозбуждение генераторов, работающих на ёмкостную нагрузку.
 3. Субгармонический резонанс.
 4. Статистические характеристики вынужденной составляющей напряжения.
 5. Перенапряжения при однофазном К.З. на землю в системах с незаземленной нейтралью. Теория Петерсена.
 - 6.
13. **Тема** Самовозбуждение генераторов, работающих на емкостную нагрузку; перенапряжения в переходных режимах при коммутациях, плановых и аварийных, разрыв передачи вследствие асинхронного хода.
- Литература:* [2-199-209].
- Вопросы для самоконтроля*
1. Меры ограничения перенапряжений при отключении ненагруженных трансформаторов.

2. Стадии теории Петерсена.
3. Почему отличаются коммутационные перенапряжения при АПВ для НЭР и грозового режима.
4. Назначение дугогасящей катушки. 3 режима настройки ДГК.
5. Требования к восстанавливаемому напряжению на контактах выключателей.

14. **Тема** Коммутационные перенапряжения при АПВ и отключениях шунтирующих реакторов, нештатных режимов (асинхронный режим). Статистические характеристики коммутационных перенапряжений. Факторы, влияющие на кратность перенапряжений. Высокочастотные перенапряжения при коммутациях ненагруженных шин. Условия формирования, методы оценки и ограничений. Организационные мероприятия.

Литература: [2-73-98].

Вопросы для самоконтроля

1. Влияние дугогасящей катушки на процесс развития перенапряжений по теории Петерсена.
2. Расчет распределения вероятностей амплитуд коммутационных перенапряжений..
3. Смещение нейтрали в сетях с дугогасящей катушкой.
4. Коммутационные перенапряжения при разрыве электропередачи вследствие качаний.
5. Положительные и отрицательные качества дугогасящей катушки.
- 6.

15. **Тема** Феррорезонансные перенапряжения. Физика возбуждения. Феррорезонансные явления при последовательном соединении нелинейной индуктивности трансформаторов и емкости сети.

Литература: [2-99-115].

Вопросы для самоконтроля

1. Коммутационные перенапряжения на поврежденной фазе при разрыве передачи, оборудованной установкой продольной компенсации (УПК).
2. Оценка вероятности перекрытия изоляции ЛЭП при коммутационных перенапряжениях в сухую погоду.
3. Процессы восстановления напряжения на контактах генераторных выключателей.
4. Общие методы прогнозирования коммутационных перенапряжений.
5. Коммутационные перенапряжения на здоровых фазах электропередачи при отключении К.З..

16. **Тема** Феррорезонансные перенапряжения при последовательно-параллельном включении нелинейной индуктивности трансформаторов и емкости сети. Перенапряжения при отключениях шин с трансформаторами напряжения. Методы ограничения феррорезонансных перенапряжений

Литература: [2-117-137].

Вопросы для самоконтроля

1. Коммутационные перенапряжения, возникающие при АПВ.
2. Меры ограничения перенапряжений при отключении ненагруженных линий.
3. Явление переходного резонанса.
4. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключении конденсаторов.
5. Коммутационные перенапряжения при плановом включении ненагруженной линии.
6. Коммутационные перенапряжения, возникающие при АПВ.
7. Назначение дугогасящей катушки. Достоинства и недостатки ДГК.

17. **Тема** Координация изоляции. Задачи координации изоляции. Критерии выбора изоляции ЛЭП. Характеристики защитных аппаратов. Координация изоляции электрооборудования подстанций.

Литература: [2-200-235].

Вопросы для самоконтроля

8. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключении ненагруженных линий.
9. Оценка вероятности перекрытия изоляции ЛЭП при коммутационных перенапряжениях в сухую погоду.
10. Коммутационные перенапряжения, возникающие при отключении ненагруженных трансформаторов.
11. Напряжения, воздействующие на изоляцию в процессе эксплуатации.
12. Координация изоляции линии электропередачи.
13. Координация изоляции подстанции.
14. Режимы нейтрали электрических систем.