

**Приложение 1 к РПД Электрофизические основы техники высоких напряжений**  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность (профиль) – Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**  
**Форма обучения – заочная**  
**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)	Электрофизические основы техники высоких напряжений
5.	Форма обучения	заочная
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, слова-описания 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**

Самостоятельная работа студента по предмету – неотъемлемая часть изучения дисциплины. В лекционном курсе невозможно детально охватить все вопросы, требующие изучения. Также и на практических занятиях рассматриваются лишь типовые схемы расчетов, без учета особенностей проектирования конкретных механизмов. Задача студента – ориентируясь на аудиторный курс и полученное задание на контрольную работу, полностью освоить все разделы дисциплины с помощью учебной, методической литературы и самостоятельного решения задач.

Главные требования выполнения студентом самостоятельной работы – последовательность и регулярность. Это означает, что:

1). В течение недели, последующей за лекционным занятием, следует еще раз самостоятельно проработать изученные темы с помощью учебной литературы. Особое внимание обратить на сложные места и вопросы, прямо указанные преподавателем как подлежащие самостоятельному изучению. Для самоконтроля можно использовать вопросы из списка (список представлен ниже), причем главное – не выучить тему наизусть, а разобраться в ее смысле. Если какие-то вопросы остались неясными, можно проконсультироваться с товарищами, а также задать их преподавателю во время практических занятий или на консультации.

2). В течение недели, последующей за практическим занятием, следует произвести расчеты по изученной теме. В первую очередь проводится окончание расчетов, начатых на занятиях (например, подстановка и просчет результатов в числовой форме). Далее следует прорешать типовые задачи по теме, т.к. они обычно решаются путем применения базовых формул (т.е. проще, чем расчеты в РГЗ) и предназначены для оттачивания расчетной методики. После освоения расчетной методики следует применить ее к расчету механизма, заданного в рамках РГЗ. Если какие-то расчетные вопросы остались неясными, можно, как и при изучении теоретического курса, проконсультироваться с товарищами или задать их преподавателю (во время практических занятий или на консультации).

3). Не следует пытаться детально осваивать темы, еще не рассмотренные на лекционных занятиях, рекомендуется только общее ознакомление с ними по учебной

литературе. Не следует также пытаться самостоятельно проводить расчеты по еще не изученным темам или расчеты по неизвестной методике: в обоих случаях требуется предварительная консультация с преподавателем.

4). Недопустимо откладывать изучение теоретических вопросов и проведение практических расчетов (даже на неделю!), поскольку это ведет к потере связи с аудиторным курсом и студент закономерно становится задолжником. Поэтому даже в случае отсутствия на занятиях по уважительной причине следует самостоятельно прорабатывать изученные там вопросы с помощью конспектов товарищей и учебной литературы, а при первой же возможности восстановить пропущенную тему на консультации у преподавателя.

5). В случае вынужденного длительного отсутствия на занятиях (болезнь, командировка и т.п.) следует по возможности ранее оповестить об этом преподавателя. В этом случае, как правило, студент совместно с преподавателем разрабатывают индивидуальный график самостоятельной работы студента, призванный помочь ему освоить семестровые теоретический и практический курсы вовремя и не допустить возникновения академической задолженности.

Все возникающие при самостоятельной работе вопросы (как учебно-методические, так и организационные) не следует откладывать, а необходимо сразу же решать с преподавателем.

При выполнении лабораторных работ студент должен пользоваться методическими рекомендациями имеющимися на кафедре «Физики, биологии и инженерных технологий».

## План практических занятий

**Занятие 1.** Особенности структуры и движения частиц в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. Основные физические характеристики структуры газов, жидких и твердых диэлектриков.

*Литература [1-13-49,2-21-38]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое электрический разряд (пробой) в газе?
2. Самостоятельный и несамостоятельный разряд?
3. Как называется разряд при атмосферном давлении и выше и при небольшой мощности источника?
4. Как называется разряд при атмосферном давлении и выше и при большой мощности источника?
5. Когда искровой разряд может перейти в дуговой, а когда нет?
6. Сохраняет ли промежуток свои изолирующие свойства при коронном разряде?
7. Что такое коронный разряд?
8. Что является обязательным условием возникновения разряда в газах?
9. Что нужно чтобы произошла ионизация?
10. Почему газовый разряд сопровождается свечением?
11. Виды ионизации. Виды поверхностной ионизации
12. Что такое коэффициент объемной ионизации?

**Занятие 2.** Электрофизические процессы в газах. Механизмы пробоя газов. Разряд в газе по поверхности твердого диэлектрика.

*Литература [1-52-84,2-39-61]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Имеет ли место ионизация ионами, какова ее роль в процессе развития разряда?
2. Что такое лавина электронов?
3. Почему электроны сосредоточены в головной части лавины?
4. Почему происходит искажение электрического поля между электродами при ионизации?
5. Условие самостоятельности разряда
6. Что такое коэффициент вторичной ионизации?
7. Что необходимо для поддержания вещества в состоянии плазмы?
8. Что одновременно является условием пробоя в однородном слое?

**Занятие 3.** Лавинный механизм развития разряда. Условие самостоятельности. Начальное напряжение. Закон Пашена и подобия электрических разрядов.

*Литература [1-85-121,2-66-99]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. От чего зависят пробивные напряжения  $U_{пр}$  в однородном поле?
2. Закон Пашена. Что означает наличие минимума на кривой Пашена?
3. Как меняется длина свободного пробега с изменением плотности?
4. Что нужно сделать, чтобы сохранить неизменным пробивное напряжение (по закону Пашена)?
5. Что произойдет с пробивным напряжением, если вместо одного промежутка применить несколько  $N$ ? И почему?
6. Для каких промежутков (длинных или коротких) верна теория разряда, в основе которой лежат процессы ионизации?
7. Что такое стримерная теория разряда?
8. От катода или анода развивается стример отрицательного объемного заряда?
9. Коэффициент неоднородности однородного поля равен...



10. Коэффициент неоднородности неоднородного поля равен...?
11. Закон подобия разрядов?
12. Начальные напряжения в неоднородных полях всегда выше или ниже пробивных напряжений в однородном поле?
13. Может ли в однородном поле при  $U > U_0$  развиваться начальная лавина при отсутствии предварительно созданного объемного разряда?

**Занятие 4.** Развитие разряда по поверхности твердого диэлектрика. Влияние материала диэлектрика и состояния его поверхности (загрязнения и увлажнения).

*Литература [1-122-145,2-110-129]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какое влияние оказывает объемный заряд на развитие разряда при положительной полярности стержня?
2. Какое влияние оказывает объемный заряд на развитие разряда при отрицательной полярности стержня?
3. При какой полярности стержня напряжение возникновения короны выше?
4. Что такое «эффект полярности»?
5. При какой полярности стержня разрядное напряжение выше?
6. Что такое главный разряд? Как распространяется главный разряд (по направлению движения стримера или против)?
7. Где возникает разряд в лидерной форме?
8. При термической ионизации увеличивается ли концентрация заряженных частиц? Ток?
9. Характер разряда в длинных промежутках (при каких  $E$ -низких, средних или высоких)?
10. Чем длиннее воздушный промежуток, тем меньше или больше напряженность?
11. Как можно объяснить ветвящийся характер пути разряда в длинных промежутках?

**Занятие 5.** Коронный разряд. Формы коронного разряда. Потери энергии на корону. Местная и общая корона. Расчет потерь и электромагнитных помех. Методы ограничения потерь и помех.

*Литература [1-152-187,2-131-159]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Когда начинается главный разряд в длинных воздушных промежутках?
2. Что такое дуговой разряд? На какие участки можно разбить канал дугового разряда?
3. Чем определяется длина столба дуги? Как можно охарактеризовать длинную дугу?
4. От чего зависят процессы и напряжения для поддержания разряда в длинной дуге?
5. Чем определяются процессы в короткой дуге?
6. Как можно погасить дугу? Какие условия благоприятны для гашения дуги?
7. Как можно повысить электрическую прочность газов?
8. Пример газов с повышенной электрической прочностью?
9. Как влияет барьер на разрядные напряжения?
10. Как эффективнее расположить барьер в промежутке?
11. Что такое грозовой импульс? Что такое фронт импульса? Что такое спад импульса?
12. Чем обусловлено название «статистическое время запаздывания»?
13. Процесс образования свободных электронов носит случайный характер, поэтому время появления свободного электрона  $t_c$  называется «статистическое время запаздывания»

**Занятие 6.** Механизмы пробоя жидкости, влияние примесей и влаги. Разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика.

*Литература [1-188-214,2-160-176]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. От чего зависит среднее статистическое время запаздывания?
2. В каких полях (однородных или резконеоднородных) статистическое время запаздывания больше?
3. Чем определяется время формирования разряда тф?
4. Как влияет увеличение приложенного напряжения на время формирования разряда тф?
5. Что такое ВСХ-вольт-секундная характеристика изоляции?
6. Зачем при расчете действительный фронт импульса заменяют на эквивалентный косоугольный?
7. Параметры стандартного грозового импульса?
8. Чем отличается ВСХ в однородном и неоднородном поле?
9. Для каких целей используют ВСХ ?
10. Какими характерными величинами пользуются для упрощенного построения ВСХ?
11. В каких промежутках (длинных или коротких) симметрия поля электродов оказывает большее влияние?
12. Когда эффект полярности проявляется меньше: при длительном воздействии напряжения или при импульсных воздействиях напряжения?
13. Если влияние земли увеличивается (уменьшается длина нижнего стержня) как меняются разрядные напряжения промежутка?
14. Почему при увеличении влажности воздуха повышается пробивное напряжение?
15. Как определить Упр при условиях, отличающихся от нормальных?

**Занятие 7.** Основные виды проводимости твердых диэлектриков. Объемная и поверхностная проводимости. Поляризация диэлектриков. Тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от температуры и частоты воздействующего напряжения.

*Литература [1-215-231,2-178-204]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Как зависят пробивные напряжения от частоты?
2. Почему при высокой частоте увеличивается Упр?
3. Почему в резконеоднородных полях вблизи электродов с малым радиусом кривизны возникает именно коронный разряд?
4. Какие процессы сопровождают коронный разряд?
5. Что такое униполярная корона?
6. Что такое биполярная корона?
7. Ток какой короны униполярной или биполярной больше?
8. Что происходит при прохождении тока между проводниками при коронировании?
9. От чего зависит мощность потерь на корону?
10. Как меняются потери энергии при увеличении напряжения?
11. Что происходит когда возникает корона при положительной полярности провода?
12. Что происходит когда возникает корона при отрицательной полярности провода?
13. Что происходит когда возникает корона при переменном напряжении?
14. От чего зависит расстояние на которое удаляется объемный заряд?
15. Почему корона на проводах переменного тока является униполярной?
16. Почему на проводах ЛЭП можно ограничиться рассмотрением коронирования одного провода, а не трех в трехфазной системе?

**Занятие 8.** Старение диэлектриков (электрическое и термическое). Частичные разряды и их характеристики. Срок службы изоляции.

*Литература [1-231-267,2-205-238]*

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Чем вызваны потери энергии при переменном напряжении?

2. Как потери на корону зависят от атмосферных условий?
3. Почему формулы Пика не применяются для определения потерь на корону?
4. Какой параметр оказывает наибольшее влияние на потери на корону?
5. Как можно уменьшить потери на корону на ЛЭП?
6. Как меняется интенсивность электромагнитного излучения с увеличением частоты?
7. Зависят ли радиопомехи от состояния погоды?
8. Как изменяются радиопомехи с изменением радиуса провода?
9. Где применяется коронный разряд
10. При каких наряженностях наблюдается ионная и катафоретическая напряженность
11. Чем определяется ионная проводимость
12. Чем определяется катафоретическая проводимость
13. Когда наблюдается электронная проводимость
14. Чем объясняется невысокая электрическая прочность технически чистых жидкостей
15. Чем объясняется проводимость в твердых диэлектриках
16. Какой характер носит пробой твердых диэлектриков

### *Тематика лабораторных работ*

Все лабораторные работы проводятся в соответствии с методическими указаниями, имеющимися на кафедре.

- Особенности движения частиц в различных средах. Классификация электрофизических процессов.
- Основные характеристики процессов взаимодействия нейтральных и заряженных частиц газов (сечения взаимодействия, длина свободного пробега, дрейф и диффузия). Ионизация газа электронами, применение электронов, фотоионизация. Коэффициент вторичной ионизации. Рекомбинация. Термоионизация и понятие плазмы.
- Электрофизические процессы в жидких диэлектриках. Механизмы пробоя. Ионная и катафоретическая проводимости, поведение коллоидных частиц, заряд частиц. Связь проводимости с вязкостью жидкости. Приэлектродные процессы.
- Механизмы пробоя жидкости, влияние примесей и влаги. Разряд в жидкости по поверхности твердого диэлектрика.
- Электрофизические процессы в твердых диэлектриках. Механизмы пробоя и старения.