

**Приложение 1 к РПД Молниезащита  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность (профиль) – Высоковольтные  
электроэнергетика и электротехника  
Форма обучения – заочная  
Год набора - 2018**

**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)	Молниезащита
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2018

**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.

*Темы для самостоятельной работы*

1. Электричество атмосферы, грозовые облака и их структура, классификация молний, электрические характеристики молний, лидерная и главная стадии разряда.
2. Электромагнитное воздействие, световое излучение, газодинамическое воздействие, ударная и звуковая волны. Структура атмосферы земли. Физика электрических разрядов в воздухе.
3. Статистические характеристики молний; характеристика грозовой деятельности, поражаемость наземных объектов.
4. Сбор данных и методы обработки.
5. Зоны защиты молниеотводов, определение зон защиты по различным методикам.
6. Молниезащита зданий и сооружений, классификация сооружений по степени опасности поражения молнией.
7. Назначение заземлений элементов электроэнергетических систем. Конструкции заземлителей
8. Расчет контуров заземления. Особенности молниезащиты ЛЭП в северных районах и в районах с низкой проводимостью грунта.
9. Конструктивное исполнение ЛЭП. Разрядные характеристики воздушных промежутков. Электрическая прочность изоляции.
10. Назначение и схемы распределительных устройств. Типы и характеристики защитных аппаратов. Оборудование подстанций и станций.
11. Особенности комплектации электростанций и их конструктивное исполнение.
12. Конструкции генераторов и мощных электрических машин (СК). Изоляция электрических машин. Защита линий связи, контроля и управления

*Лекции*

В период обучения студентам читаются лекции, на которых дается обзор наиболее важных тем и разделов курса, рассматриваются современные научно-технические проблемы, относящиеся к дисциплине «Изоляция установок высокого напряжения», а также вопросы, недостаточно полно или точно освещенные в учебной литературе или вызывающие затруднения у большого числа студентов.

### ***Отчетность по лабораторным занятиям***

Студенты сдают отчет после выполнения лабораторных занятий с пометками преподавателя о правильности полученных результатов. Для получения зачета по лабораторной работе необходимо изложить ее цель и содержание, объяснить наблюдаемые явления, численные значения результатов экспериментов и полученные зависимости, сравнить экспериментальные результаты и зависимости с данными теории и результатами аналитических расчетов, объяснить наблюдающиеся расхождения в результатах экспериментов и расчетов, сделать выводы по полученным результатам.

### ***Экзамен***

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие контрольную работу и защитившие отчеты по лабораторным занятиям. Экзамен проводится в письменной форме. Каждый студент получает персональный экзаменационный билет, содержащий несколько вопросов по всему курсу «**Молниезащита**». Каждый вопрос относится к определенной теме курса и подразумевает конкретный лаконичный ответ в виде нескольких фраз, схемы с кратким описанием, зависимости с кратким объяснением и т. п. После проверки ответа преподаватель сообщает ее результаты студенту, при необходимости уточнения оценки может задать дополнительные вопросы.

#### **Тематика лабораторных работ:**

- Физика воздействий атмосферных разрядов на изоляцию линий электропередачи. Моделирование канала молнии. Формирование грозовой волны на проводе ЛЭП. Перекрытие изоляции.
- Физика обратного перекрытия с опоры на провод вследствие удара молнии в опору. Характеристики заземлителей опоры. Отражения волны. Деформация грозовых волн.
- Распространение грозовой волны по линии с подключенными RLC-элементами. Распространение импульсных волн по линии с распределенными параметрами. Отражения и преломления волн.
- Формирование перенапряжений на оборудовании подстанции. Характеристики защитных аппаратов. Действие защитных аппаратов на грозовые перенапряжения. Составляющие перенапряжений. Понятие кривой опасных волн.
- Выбор молниезащиты подстанции от прямых ударов молнии. Формирование зон защиты оборудования подстанции. Защита ошиновки подстанций от прорывов молнии.  
Расчетное задание: Оценка эффективности молниезащиты воздушной ЛЭП.

#### ***Вопросы, рассматриваемые при проведении лабораторных и практических занятий***

- Физика воздействий атмосферных разрядов на изоляцию линий электропередачи. Прорывы молнии на провода. Расчет вероятности обратных перекрытий изоляции с заземленных элементов.
- Задачи защиты линий электропередачи от атмосферных разрядов. Критерии эффективности защиты ЛЭП. Расчетные случаи отключений ЛЭП. Индуктированные перенапряжения при близких разрядах молнии.
- Физика воздействий атмосферных разрядов на изоляцию распределительных устройств. Методы анализа защищенности подстанций при прямых разрядах молнии .
- Анализ перенапряжений на изоляции электрооборудования подстанций от атмосферных волн, распространяющихся по ЛЭП. Методы эквивалентирования схем подстанций. Переходные процессы в схеме подстанции.
- Критерии и методы анализа систем защиты подстанций. Области опасных волн, ограничения вольт-секундной характеристики изоляции ЛЭП. Расчет необходимой

деформации атмосферных волн.

- Методы защиты подстанций от набегающих по линиям атмосферных волн перенапряжений. Анализ эффективности систем защиты подстанций от волн атмосферных перенапряжений.

### Планы практических занятий

**Тема 1.** Молния и ее характеристики. История исследования молнии. Виды молнии. Электричество атмосферы. Грозовые облака и их структура. Феноменология развития линейной молнии. Классификация молний.

*Литература:* [1-7-29].

*Вопросы для самоконтроля*

Молния и опасность ее разрядов для людей, зданий и сооружений.

Характеристики молнии.

Устройство молниезащиты (внутреннее и внешнее).

Категории молниезащиты.

Эксплуатация устройств молниезащиты и порядок контроля.

**Тема 2.** Методы исследования молнии. Электрические характеристики молнии. Характеристики лидерной и главной стадий. Статистический характер параметров молнии. Электромагнитные поля, возникающие при грозовых разрядах. Системы пеленгации молнии.

*Литература:* [1-30-67].

*Вопросы для самоконтроля*

Какие электрические характеристики молний вы знаете

Что такое системы пеленгации молнии

Характеристики лидерной и главной стадий молнии

**Тема 3.** Общая характеристика электромагнитных, газодинамических, тепловых и электродинамических воздействий. Световое излучение канала разряда. Сечения проводников по условию прохождения тока молнии. Ударная и звуковая волны, тепловое действие молнии, электродинамические силы, действующие на проводники, при ударах молнии в объект.

*Литература:* [1-68-92].

*Вопросы для самоконтроля*

Что такое световое излучение канала разряда

Как возникают и распространяются ударная и звуковая волны

расскажите общую характеристику электромагнитных, газодинамических, тепловых и электродинамических воздействий.

**Тема 4.** Молниеотводы. Защитное действие и зоны защиты молниеотводов. Заземления молниеотводов. Сечения проводников по условию прохождения тока молнии; принцип действия молниеотводов. Основные элементы молниеотводов: молниеприемники, токоотводы, заземления. Зоны защиты молниеотводов.

*Литература:* [1-94-137].

*Вопросы для самоконтроля*

Из каких элементов состоит молниеотвод?

Что следует понимать под понятием "Зона защиты молниеотвода на уровне земли"?

Какая опасность для человека от разрядов атмосферного электричества?  
Какие меры безопасности применяются на зданиях, сооружениях для защиты от разрядов атмосферного электричества?  
Что такое "Защита на высоте объекта", защищаемой?  
Как определяются зоны защиты молниеотводов?  
Как рассчитать высоту одиночного стержневого молниеотвода?

**Тема 5.** Методы лабораторного исследования зон защиты молниеотводов. Определение зон защиты по различным методикам. Заземление молниеотводов и заземлители. Сопротивление заземлителей простейшего типа. Роль и характеристики удельного сопротивления грунта.

*Литература:* [1-137-187].

*Вопросы для самоконтроля*

Для чего нужно заземление молниеотводов и заземлители  
Как происходит Определение зон защиты по различным методикам, какие методики вы знаете  
Роль и характеристики удельного сопротивления грунта.

**Тема 6.** Импульсные коэффициенты сосредоточенных и протяженных заземлителей. Сопротивление заземлителей в виде сетки. Допустимые расстояния между элементами молниеотвода и защищаемыми объектами. Безопасность служебного персонала и населения.

*Литература:* [1-189-217].

*Вопросы для самоконтроля*

Назначение сосредоточенных и протяженных заземлителей  
Каковы допустимые расстояния между элементами молниеотвода и защищаемыми объектами  
Нормативные документы определяющие безопасность служебного персонала и населения.

**Тема 7.** Принципы и методы расчета молниезащиты электрооборудования подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Защита от импульсов грозовых перенапряжений, набегающих с линии. Показатели эффективности защиты.

*Литература:* [1-19-38].

*Вопросы для самоконтроля*

Назовите методы расчета молниезащиты электрооборудования подстанций  
Как осуществляется Защита от импульсов грозовых перенапряжений  
Назовите показатели эффективности защиты

**Тема 8.** Защита контактной сети и электрооборудования подвижного состава электрифицированных железных дорог. Защита морских и речных судов. Защита летательных аппаратов и их оборудования. Защита магистральных трубопроводов. Персональная защита от молнии.

*Литература:* [1-39-72].

*Вопросы для самоконтроля*

Как осуществляется защита подвижного состава электрифицированных железных дорог  
Как осуществляется защита морских и речных судов  
Как осуществляется защита магистральных трубопроводов