

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

**кафедра “Электротехника и энергетика”**

**Выпускник кафедры “Электротехника и энергетика”**

**Дегтярёв Дмитрий**

**Тема выпускной квалификационной работы: Методика преподавание темы:  
«Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах»**

**Руководитель работы:**

**Қ.Парпиев**

***НАМАНАГАН-2013***

**«УТВЕРЖДАЮ»**

декан факультета «Электроэнергетика»

\_\_\_\_\_ доц. Ш. Халилов

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 г.

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЗАДАНИЕ**

На выпускную квалификационную работу для бакалавриатов (ВКР)

**ФАКУЛЬТЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

**По направлению 5140900-Профессионального образования  
(Электроэнергетика)**

**Выпускник кафедры “Электротехника и энергетика”**

**Дегтярёв Дмитрий**

**Тема выпускной квалификационной работы:** Методика преподавание темы:  
«Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах»

**Руководитель работы:** **Қ.Парпиев**

**Приказ ректора об утверждении темы и закреплении руководителя**

№856-Т от 28-декабря, 2012 года

**Срок сдачи выпускной квалификационную работу:** 10-июнь, 2013 года.

**1. Начальные сведения для выполнения (ВКР)**

-Техника высоких напряжений. Под.общ.ред.Д.В.Разевига. Изд. 2–е, перераб. и доп..М., "Энергия", 2001.

-Базуткин В.В.и др. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: М.: Энергоатомиздат, 1996.

- В.А.Антропов, Л.К.Малштейн, Совершенствования учебно воспитательного процесса инженерного педагогическом вузе. Свердловск 1990 год..

-Научно-методические работы по данной теме

**2. Содержание пояснительной записки (в объеме 45-60 страниц, 10-15 тыс. слов, написанные от руки):**

**Введение.**

**Глава I. Педагогическая технология развития учащихся**

1.1. Активные и интерактивные методы обучения в преподавании общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин технического профиля

1.2. Развитие познавательного интереса к предмету при использовании компьютерных технологий

**Глава II. Научно–методический анализ темы: «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах»**

2.1. Основные параметры молнии

2.2. Виды опасных воздействий молний

2.3 . Защита линии электропередачи от молнии

2.4. Виды и устройство молниеотводов

2.5. Защитное действие молниеотводов

**Глава III. Особенности методики изучения темы: «виды молниеотводов применяющих в энергосистемах»**

3.1. Цель и задачи предмета, и ее значения в процессе подготовке специалиста.

3.2 . Традиционное обучение – фундамент инноваций

3.3. Обеспечение безопасности жизнедеятельности

**Заключение.**

**Список литературы**

**Приложения**

**3. Состав графических работ:** Приводятся как минимум 5 образцовый чертёжные материалы относящихся к теме;

#### 4. Консультации по теме ВКР

П. номер.	Раздел и тема	ФИО консультирующего преподавателя	Задания выдано		Задания выполнено	
			дата	подписи	дата	подписи
1	Безопасность жизнедеятельности:					

#### 5. План выполнения ВКР (планирует руководитель)

П.номер.	Наименование разделов ВКР	Срок выполнения	Дата проверки
	Введение		
1.	<b>I-Раздел.</b>		
1.1.	Цель и задачи предмета, и ее значения в процессе подготовке специалиста.		
1.2.	Методико-техническое обеспечение предмета и темы.		
1.3.	Методы обучения и анализ предмета «Перенапряжения и изоляция».		
2.	<b>II-Раздел.</b>		
2.1.	Разработка образовательную технологии на тему «Виды		

	молниевыводов применяющих в энергосистемах».		
2.2.	Влияние методов обучения на эффективность обучения.		
2.3.	Безопасность жизненной деятельности.		
2.4.	Зарубежные инвестиции.		
3.	Заключения		
4.	Литература		

Руководитель выпускной квалификационной работы : \_\_\_\_\_ К.Парпиев

Получил на выполнения задание: \_\_\_\_\_ Д. Дегтярёв

Дата выполнения задания “\_\_” \_\_\_\_\_ 2013 г.

# **ВВЕДЕНИЕ**

## Введение

Высокий уровень развития образования и обычно сопутствующий ему высокий уровень развития науки и производства на протяжении всей человеческой цивилизации были важнейшими двигателями общественного, технического и экономического прогресса.

В этом аспекте руководство Узбекистана сделало ставку на создание благоприятных условий для развития прогрессивной системы подготовки кадров на основе богатого интеллектуального наследия народа и общечеловеческих ценностей, достижений современной культуры, экономики, науки, техники и технологий. С этой целью в республике принята и успешно реализуется Национальная модель и программа по подготовке кадров.

Одной из основных задач для реализации данной цели является «обеспечение эффективной интеграции образования, науки и производства, разработка механизмов формирования потребностей государства, а также заказа негосударственных структур, предприятий и организаций на количество и качество подготавливаемых кадров».

Наши действия на перспективу определены в Национальной программе по подготовке кадров. Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов указывал, что «важным направлением в социальной сфере должна стать работа по совершенствованию системы образования». Задача сегодняшнего дня – поднять уровень высшего профессионального образования через повышение качества подготовки специалистов.

Увеличение объема научной и технической информации и частая смена технологий, возникновение новых областей знаний на стыках наук также принципиально изменяет требования к молодым специалистам и задачи высшего образования. Становится главенствующим принцип «Образование через науку и практический опыт». Поэтому, как сказал Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов, интеграция образования, науки и производства должна быть принята в основу новой политики образования и стратегии развития научно-образовательной системы республики.

Тема «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах» изучается с различных точек зрения: в школьном курсе – физика; в профессионально техническом колледже – электротехника; ВУЗе – обеспечение безопасности жизнедеятельности, а у нас на факультете электроэнергетике -изоляция и перенапряжения.

Учебная дисциплина «Изоляция и перенапряжения» является одной из основных общепрофессиональных дисциплин при подготовке специалистов электроэнергетического направления и играет существенную роль в формировании у них инженерного мышления. В этой дисциплине комплексно рассматривается работа изоляционных конструкций в электрических системах при воздействии рабочего напряжения, грозовых и внутренних перенапряжений.

**Актуальность** выполняемой выпускной квалификационной работы обусловлена потребностью улучшения качества подготовки специалистов в

области электроэнергетики путем использования новых средств обучения, в частности использовании активных и интерактивных методов обучения.

**Цель работы** состоит в исследовании существующих методов обучения темы: «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах», содержания учебной программы в области информационных технологий требованиям современного общества, также в разработке практических рекомендаций по изменению содержания и организации учебного процесса.

**Задачи работы:**

- 1) Изучить теоретический материал темы: «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах»
- 2) Исследовать существующие методы обучения учащихся использованию различных компьютерных программ;
- 3) Разработка поурочного плана и конспекта темы, с применением активных и интерактивных методов обучения.

Для решения поставленных задач применялись следующие методы: 1. Сбор и анализ существующей литературы по теме работы; 2. Методы алгоритмизации и программирования; 3. Системный метод, методы анализа и проектирования сложных систем; 4. Педагогические и методические методы формирования средств обучения; 5. Методы программирования.

При выполнении работы использовались материалы: нормативно-правовые документы высшего и средне специального образования РУ, учебно-методические материалы по теме, литература общепедагогического и психологического порядка, книги по электротехнике.

Работа состоит из введения, основной части, части Безопасность жизнедеятельности, заключения, списка литературы и приложений.

# **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

## *Глава I. Педагогическая технология развития учащихся*

### **1.1. Активные и интерактивные методы обучения в преподавании общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин технического профиля**

Век промышленности остался позади. Новый век - век информации - диктует свои правила. Впечатляет закон Мура, который гласит, что каждые 18 месяцев количество информации удваивается [1,2]. Это означает, что каждые 1,5 года необходимо учиться снова, а, следовательно, то обучение, которое ориентировано главным образом на запоминание и сохранение материала в памяти, уже не может удовлетворять современным требованиям. Возникает необходимость формирования таких качеств мышления, которые позволили бы обучающемуся самостоятельно усваивать постоянно возобновляющуюся информацию, развитие таких способностей, которые, сохранившись и после завершения образования, обеспечивали человеку возможность не отставать от ускоряющегося научно-технического прогресса. Необходимы новые методы и подходы в обучении, которые могли бы научить студентов учиться, т.е. самостоятельно находить и усваивать нужную информацию.

Эти же требования выдвигает новый государственный образовательный стандарт [3].

По мнению многих европейских и отечественных педагогов (Пиаже, Выготский, Брюнер, Гальперин, Талызина и др.), равно как и по требованию новых стандартов, развитие компетенций должно осуществляться при обязательном использовании в образовательном процессе активных методов обучения. Приобретение компетенций основано на опыте деятельности. Чтобы научиться работать, нужно работать. Чтобы научиться общению, нужно общаться. Чтобы научиться использовать информацию, нужно работать с этой информацией. Приобретение компетенций зависит от активности обучающихся. Правильно организовать эту активность – задача современного преподавателя.

Теперь для преподавателя недостаточно быть компетентным только в своей области и передавать определенную сумму знаний обучающимся. И хотя новые взгляды на обучение не принимаются многими педагогами, нельзя игнорировать данные исследований, подтверждающих, что использование активных подходов является наиболее эффективным путем обучения. Говоря простым языком, студенты легче вникают, понимают и запоминают материал, который они изучали посредством активного вовлечения в учебный процесс. Исходя из этого, основные методические инновации связаны сегодня с применением именно активных методов обучения.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

В образовании сложились, утвердились и получили широкое распространение три формы взаимодействия преподавателя и обучающихся: пассивные методы, активные методы, интерактивные методы.

**Пассивный метод** – это форма взаимодействия преподавателя и обучающегося, при которой преподаватель является основным действующим лицом и управляющим ходом занятия, а обучающиеся выступают в роли пассивных слушателей. Обратную связь преподаватель получает посредством опросов, самостоятельных, контрольных работ, тестов и т. д.

С точки зрения современных педагогических технологий и эффективности усвоения студентами учебного материала пассивный метод мало эффективен, но, несмотря на это, он имеет и некоторые плюсы. Это относительно легкая подготовка к занятию со стороны преподавателя и возможность преподнести сравнительно большее количество учебного материала в ограниченных временных рамках занятия.

**Под активными методами** обучения понимаются такие способы организации учебного процесса, которые обеспечивают включение обучающихся в активное взаимодействие и общение с преподавателем в процессе их познавательной деятельности. Если пассивные методы предполагали авторитарный стиль взаимодействия, то активные больше предполагают демократический стиль.

Многие между активными и интерактивными методами ставят знак равенства, однако, несмотря на общность, они имеют различия. Интерактивные методы можно рассматривать как наиболее современную форму активных методов.

В отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие обучающихся не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности обучающихся в процессе обучения. Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. **Интерактивное обучение** – это, прежде всего, диалоговое обучение.

Применение тех или иных методов не должно быть самоцелью. Следует отметить, что большинство активных и интерактивных методов обучения имеет многофункциональное значение в учебном процессе.

Интерактивные формы обучения способствуют:

- пробуждению у обучающихся интереса к дисциплине, будущей профессиональной деятельности;

- эффективному усвоению учебного материала;

- самостоятельному поиску обучающимися путей и вариантов решения поставленной учебной задачи (выбор одного из предложенных вариантов или нахождение собственного варианта и обоснование решения);

- формированию умения организовывать собственную деятельность;

- формированию у обучающихся собственного мнения и отношения;

- установлению взаимодействия между обучающимися, обучению работать в команде, проявлять терпимость к любой точке зрения, уважать право каждого на свободу слова;

- формированию жизненных и профессиональных навыков [4-8].

Таким образом, обучение на основе интерактивных и активных методов позволяет решить задачу формирования как общих, так и профессиональных компетенций.

Каким же образом интерактивные методы обучения вписываются в преподавание таких общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин технического профиля как физика, электротехника и радиоэлектроника?

По-моему, доля занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется исходя из требований ГОС к результатам освоения дисциплины (уметь, знать) и формируемым компетенциям, содержанием конкретной дисциплины, особенностью контингента обучающихся и готовностью преподавателя.

Учитывая, что в результате освоения дисциплин Электротехнического направления по профессии например Электромонтер обучающийся должен уметь:

- эксплуатировать электроизмерительные приборы;
- контролировать качество выполняемых работ;
- производить контроль различных параметров;
- читать инструктивную документацию;

можно определить, что все лабораторные и практические занятия базируются именно на активных и интерактивных формах и методах обучения.

Анализ стандарта по профессии Электромонтер показывает, что общепрофессиональная дисциплина Электротехника является базовым предметом для овладения профессиональной компетенцией по установке и монтажу оборудования, аппаратуры и приборов. Причем, большинство работ, выполняемых электромонтером, производится в рабочей группе, следовательно, и занятия по

электротехнике лучше всего организовывать максимально приближенно к будущей профессиональной деятельности [3].

Наиболее эффективными, для развития компетенций обучающихся на занятиях по физике, электротехнике, по моему мнению, являются следующие активные и интерактивные методы:

• *Метод учебного сотрудничества* (корпоративное обучение, работа в малых группах) основывается на совместной работе обучающихся на принципе позитивной взаимозависимости. Основными факторами, обеспечивающие данный принцип в группе сотрудничества выступают:

- общность цели;
- распределение ресурсов между членами группы;
- распределение ролей;
- распределение общей работы между членами группы;
- итоговая "награда", которую получает группа, является результатом работы всей группы.

• *Метод ускоренного обучения на основе теории поэтапного формирования умственных действий*. В основу метода положена теория поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина и др.), согласно которой усилия обучающихся направляются не на запоминание учебной информации, а на овладение способом деятельности, т.е. умениями и навыками выполнения практических действий. Данный метод позволяет овладеть способом деятельности посредством выполнения действий со знаниями с использованием схемы ориентировочной основы деятельности. Освоение знаний с использованием данного метода способствует развитию умения работать с технической документацией, самостоятельно заниматься своим обучением.

• *Экспресс-метод овладения предметом и умением учиться*. Данный метод, предложенный авторами (В.Н. Каган, В.Я. Ламм, С.Б. Леонов) представляет собой метод конструирования знаний с использованием фреймовой модели их представления. Ценным в плане развития компетенций в данном методе является то, что его использование позволяет обучающемуся овладеть умением организовывать и упорядочивать свои знания, решать возникающие проблемы, работать с документами, создавать научный образ знаний

• *Метод проектов* - это совокупность учебно-познавательных приёмов, которые позволяют решить ту или иную проблему в результате самостоятельных действий учащихся с обязательной презентацией этих результатов. Метод проектов всегда предусматривает с одной стороны использование разнообразных методов, средств обучения, а с другой, интегрирование знаний, умений из различных областей, науки, техники, технологии, творческих областей.

• *Игровые методы.* Игра – это вид деятельности в условиях ситуаций, направленных на воссоздание и усвоение общественного опыта, в котором складывается, совершенствуется самоуправление поведением. В отличие от игр вообще, педагогические игры (деловая игра, имитационная игра, операционная игра, ролевая игра) имеют четко поставленные цели. В процессе игры идет интенсивное развитие таких общих компетенций как общение, сотрудничество, решение проблем.

• *Метод кейсов* (“case study” ситуационный семинар, решение ситуационных задач), представляет собой описание конкретной ситуации, требующей практического разрешения. Данный метод служит развитию умения решать проблемы с анализом параметров конкретных ситуаций, взятых из практической деятельности. Метод кейсов в сочетании с учебным сотрудничеством является хорошим средством развития основных ключевых компетенций [9-13].

Особенностью перечисленных методов является то, что они раскрывают возможность сочетания освоения профессиональных знаний, умений, практического опыта с развитием общих компетенций.

Это не весь перечень активных методов, которые преподаватель технических дисциплин может использовать на своих занятиях. Практикоориентированность ГОС неизбежно требует активизации деятельности педагога по применению известных и разработке собственных активных форм проведения занятий с применением различных технологий обучения.

В практической профессиональной деятельности выпускникам придется сталкиваться с различными непредвиденными ситуациями. Конечно, готовых рецептов как поступать в той или иной производственной ситуации дать невозможно. Поэтому, решая различные проблемные ситуации еще на учебных занятиях, у выпускника будет гораздо больше шансов успешно решать их в своей будущей профессиональной деятельности. И для решения этой задачи большим потенциалом обладают активные и интерактивные методы обучения.

## **1.2. Развитие познавательного интереса к предмету при использовании компьютерных технологий**

Современный учебный процесс сложно представить без использования компьютерных учебников, задачников, тренажеров, справочников, энциклопедий, тестирующих и контролирующих систем и других **компьютерных средств обучения** (КСО). КСО составляют обширный класс средств, относящихся к образовательным ИТ. Роль ИТ в системе образовании соотносится с тремя уровнями их применения. На первом уровне ИТ

выступают в качестве инструментария для решения отдельных педагогических задач в рамках традиционных форм образования и методов обучения. Другими словами, КСО используются в пассивном качестве, т.е. не оказывают влияния на образовательную систему. Активная роль ИТ проявляется на втором и третьем уровнях. Это обусловлено тем, что по сравнению с традиционными учебно-методическими средствами, КСО обеспечивает новые возможности, а многие существующие функции реализуются с более высоким качеством. Итак, основные преимущества КСО:

- создание условий для самостоятельной проработки учебного материала (самообразования), позволяющих обучаемому выбирать удобные для него место и время работы с КСО, а также темп учебного процесса;
- более глубокая индивидуализация обучения и обеспечения условий для его вариативности (особенно в адаптивных КСО, способных настраиваться на текущий уровень подготовки обучаемого и области его интересов);
- возможность работы с моделями изучаемых объектов и процессов (в том числе тех, с которыми сложно познакомиться на практике);
- возможность представления и взаимодействия с виртуальными трехмерными образами изучаемых объектов;
- возможность представления в мультимедийной форме уникальных информационных материалов (картин, рукописей, видеофрагментов, звукозаписей и др.);
- возможность автоматизированного контроля и более объективное оценивание знаний и умений;
- возможность автоматической генерации большого числа не повторяющихся заданий для контроля знаний и умений;
- возможности поиска информации в КСО и более удобного доступа к ней (гипертекст, гипермедиа, закладки, указатели, автоматизированные указатели, поиск по ключевым словам, полнотекстовый поиск и др.);
- создание условий для эффективной реализации прогрессивных психолого-педагогических методик (игровые и состязательные формы обучения, экспериментирование и др.).

Перечисленные достоинства характеризуют КСО в дидактическом и функциональном отношениях.

К технологическим преимуществам относятся:

- повышение оперативности разработки;
- более простое обновление и развитие;
- легкое тиражирование;
- более простое распространение (особенно при использовании Internet).

Использование КСО в учебном процессе способствует:

- росту качества обучения;
- снижению затрат на организацию и проведение учебных мероприятий;
- перераспределению нагрузки преподавателей с рутинной на творческую деятельность (решение научно-исследовательских и методических задач, создание учебно-методических пособий (в том числе КСО), подготовку нестандартных учебных заданий, индивидуальную работу с обучаемыми и др.);

- повышению оперативности обеспечения учебного процесса учебно-методическими средствами (КСО) при изменении структуры и содержания обучения (открытии новых специальностей, постановке новых курсов и т.д.), следствием чего является увеличение мобильности системы образования. Снижение затрат на обучение достигается за счет:

- переноса рутинных функций с преподавателей на КСО (изложение базового учебного материала, подготовка и проверка большого числа контрольных заданий, оценивание исходной подготовленности обучаемых и текущего уровня освоения ими знаний и умений и др.);
- уменьшения потребностей в учебно-методических пособиях на бумажных носителях;
- снижения нагрузки на средства материально-технического обеспечения учебного процесса (помещения, лабораторное оборудование и т.д.);
- уменьшения расходов на поездки к местам проведения учебных мероприятий.

Тем более неправильно считать, что КСО состоят из одних достоинств и не обладают недостатками.

К отрицательным сторонам КСО относятся:

- необходимость иметь компьютер (в ряде случаев с выходом в Internet) и соответствующее программное обеспечение для работы с КСО;
- необходимость обладать навыками работы на компьютере;
- сложность восприятия больших объемов текстового материала с экрана дисплея;
- недостаточная интерактивность КСО (существенно большая по сравнению с книгой, но меньшая, чем при очном обучении);
- отсутствие непосредственного и регулярного контроля над ходом выполнения учебного плана.

## ГЛАВА II. НАУЧНО – МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕМЫ: «ВИДЫ МОЛНИЕОТВОДОВ ПРИМЕНЯЮЩИХ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ»

### 2.1. Основные параметры молнии

Молния представляет собой электрический разряд длиной несколько километров, развивающийся между грозовым облаком и землей или каким-либо наземным сооружением.

Разряд молнии начинается с развития лидера – слабосветящегося канала с током в несколько сотен ампер. По направлению движения лидера от облака вниз или от наземного сооружения вверх молнии подразделяются на нисходящие и восходящие.

Лидер нисходящей молнии возникает под действием процессов между облаками, и его появление не зависит от наличия на поверхности земли каких-либо сооружений. По мере продвижения лидера к земле с наземных объектов могут возбуждаться направленные к облаку встречные лидеры.

Соприкосновение одного из них с нисходящим лидером (или касание последним поверхности земли) определяет место удара молнии в землю или какой-либо объект.

Развитие нисходящей молнии происходит следующим образом. После установления сквозного лидерного канала следует главная стадия разряда – быстрая нейтрализация зарядов лидера, сопровождающаяся ярким свечением и нарастанием тока до пиковых значений, варьирующихся от единиц до сотен килоампер. При этом происходит интенсивный разогрев канала (до десятков тысяч Кельвин) и его ударное расширение, воспринимаемое на слух как раскаты грома. Продолжительность вспышки составляет 0,2 с, а в редких случаях 1,0–1,5 с.

Заряд, переносимый в течение вспышки молнии, колеблется от единиц до сотен кулон. В большинстве случаев он имеет отрицательную полярность и примерно в 10 % случаев – положительную.

При расчетах молниезащиты сила тока при грозовом разряде принимается 100 кА, исходя из того, что этому условию соответствует 99 % поражений нисходящими молниями. Восходящие лидеры возбуждаются с высоких заземленных сооружений и с остроконечных элементов рельефа, у вершин которых электрическое поле во время грозы резко усиливается.

После того как лидер восходящей молнии достигнет грозового облака, начинается процесс разряда, сопровождающийся примерно в 80 % случаев токами отрицательной полярности. Переносимый заряд молнии может достигать до 40 кулон, а ток – до нескольких сотен ампер.

В горной местности восходящие молнии возникают чаще и характеризуются более высокими параметрами. На равнинной местности восходящие молнии поражают объекты выше 150 м (более чем в 90 % случаев), а в горных районах – с меньшей высоты.

Сила, создающая разность потенциалов, необходимая для пробоя атмосферы, т.е. для возникновения молнии, связана с разностью температур между поверхностью земли и верхними слоями атмосферы. Конвективные движения воздуха, вызванные этой разностью температур, и есть источник возникновения разности потенциалов между облаками или между облаком и землей.

Грозовое облако можно рассматривать как конденсатор (облако – земля), одной из обкладок является поверхность Земли с (+) зарядом.

Среднее значение напряженности ( $E_{cp}$ ) между облаком и Землей составляет  $10 \text{ кВ/м}$ .

Когда напряженность электрического поля (у облака или у Земли) достигает критического значения ( $E_{кр} 25...30 \text{ кВ/см}$ ), создаются условия для развития разрядных процессов (токов молнии).

Разряд между облаком и Землей начинается с прорастания от облака к Земле ступенчатого лидера со скоростями  $10^7...10^8 \text{ см/с}$ . Средняя длина ступени  $50 \text{ м}$ . Пауза между отдельными ступенями (точками) составляет  $30...90 \text{ мкс}$ . Скорость прорастания каждой ступени  $5 \cdot 10^9 \text{ см/с}$  (рис. 2).

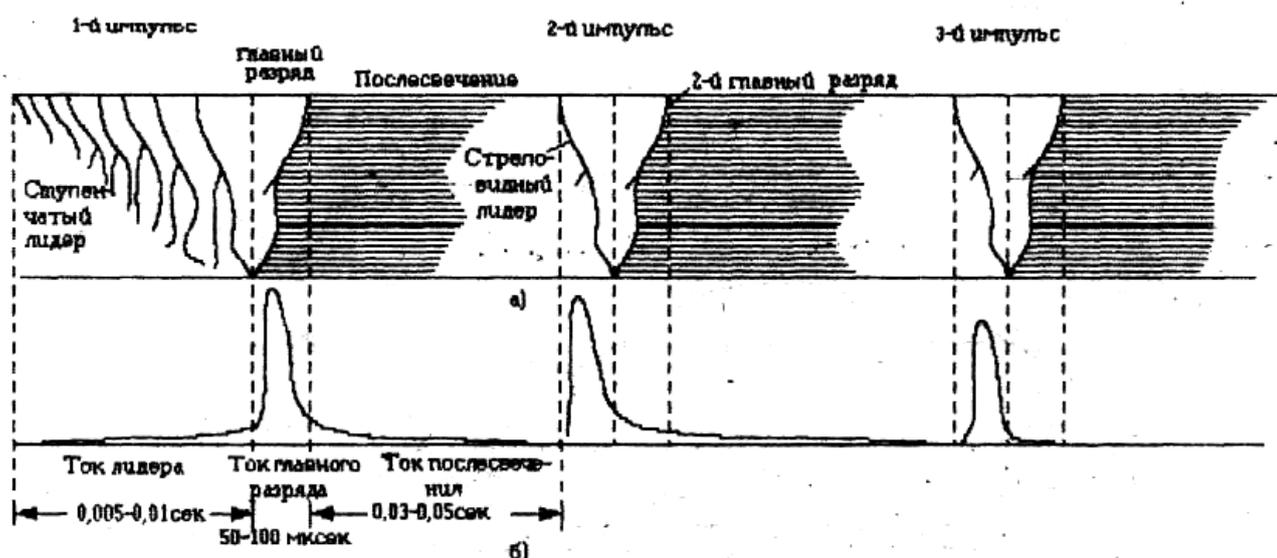


Рис. 2. Развитие молнии: а) оптическая картина; б) токовая картина

Когда лидер достигает Земли, начинается фаза главного разряда – *разряд молнии*.

Главный разряд завершается, когда волна интенсивного свечения достает облака, в последующей стадии заштрихованная область, рис. 2. Яркость канала молнии уменьшается, но послесвечение длится сотые доли секунды. Стадией послесвечения завершается структура одного импульса. Лидер молнии можно представить в виде опускающегося от облака к Земле проводящего канала с большой плотностью отрицательных электрических зарядов,  $q$  (кулон/м). Когда лидер достигает Земли, по его каналу распространяется от Земли к облаку разрядная волна, эквивалентная стеканию в Землю (+) зарядов. Разрядная волна создает ток, протекающий в канале молнии и в пораженном объекте. С током молнии связано возникновение волн перенапряжений в электроустановках (ЭУ). Обозначив скорость разрядной волны через  $V_m$  (м/с), ток молнии можно выразить соотношением:

$$I_m = q_m \cdot v_m. \quad (1)$$

Скорость главного разряда большая, поэтому амплитуда тока молнии достигает 10...100 кА, а длительность  $I_m$  ограничена временем пробега разрядной волны по каналу лидера.

Главный разряд приводит к резкому возрастанию проводимости канала молнии. Через этот канал по завершении главного разряда стекают остаточные заряды облака.

Кривая тока молнии, соответствующая оптической картине развития грозового разряда, приведена на рис. 2, б.

Общая продолжительность разряда молнии достигает десятых долей секунды (иногда 1,3 с). Суммарный заряд, переносимый молнией достигает 20...100 Кл. В расчетах грозоупорности ЭУ исходной величиной является ток молний, который можно непосредственно измерить. Для этих целей широко используются регистраторы токов молний. С помощью регистраторов измеряют амплитудное значение токов, а также крутизну фронта тока, молнии. Наиболее распространенные значения тока молнии  $I_m \leq 50$  кА. Токи свыше  $I_m >$

50...100 кА наблюдаются редко. С увеличением высоты местности значение тока молнии  $I_m$  снижается (это объясняется влиянием на лидерную стадию разряда молнии).

Другим параметром при учете грозоупорности (ЭУ) является *крутизна тока молнии*  $\alpha_m$  (кА/мкс).

В расчетах грозоупорности молния должна быть замещена некоторой эквивалентной схемой. Обычно довольствуются представлением молнии источником тока. Такое замещение основано на том, что именно ток молнии является наиболее изученным ее параметром. Замещение молнии источником тока предполагает, что ток молнии практически не зависит от сопротивления его растеканию в месте поражения. Основанием для этого предположения служит тот косвенный признак, что в полевых измерениях токов молнии не было обнаружено какой-либо статистической зависимости токов молнии от сопротивлений заземлений опор  $R_3$ . В последнее время прямыми опытами на моделях показана слабая зависимость амплитуды тока  $I_m$  от  $R_3$  в пределах  $R_3 = 0...25$  Ом. С другой стороны, эти опыты показали, что с ростом  $R_3$  до нескольких сотен Ом ток молнии значительно снижается. Сопротивление  $R_3$  может представлять как действительное сопротивление заземления пораженного объекта, так и волновое сопротивление пораженного провода. Зависимость тока  $I_m$  от  $R_3$  объясняется влиянием  $R_3$  на протекание главного разряда тока молнии.

Поэтому в приполярных областях, где разность температур мала, а также в зимнее время года грозовые явления – редкость. Механизм возникновения электричества связан с парами воды, с процессами в отдельных каплях и кристаллах льда при их конденсации из атмосферной влаги. В горячих пустынях, несмотря на мощные конвективные потоки, грозы также редки. В то же время в тропической зоне грозы бывают почти ежедневно.

## 2.2. Виды опасных воздействий молнии

Воздействия молнии принято подразделять на две основные группы:

- *первичные*, вызванные прямым ударом молнии;
- *вторичные*, индуцированные её разрядами или занесённые в объект

протяжёнными металлическими коммуникациями.

Прямой удар молнии вызывает следующее воздействие на объект:

– *электрические*, связанные с поражением людей или животных электрическим током и появлением перенапряжения в несколько мегавольт на пораженных элементах, в том числе опасные напряжения шага и прикосновения, «перекрытия» на другие объекты;

– *термические*, связанные с резким выделением теплоты при прямом контакте канала молнии с содержимым объекта и при протекании через объект молнии. В 95 % случаев разрядов молнии эта энергия на два-три порядка превышает энергию воспламенения большинства газо-, паро- и пылевоздушных смесей, используемых в промышленности. Прямой контакт с каналом молнии может привести проплавлению корпусов взрывоопасных установок и вызвать пожары и взрывы;

– *механические*, обусловленные мощной ударной волной, распространяющейся от канала молнии, и электродинамическими силами, действующими на проводники с токами молнии. Это воздействие может быть причиной, например, сплющивания тонких металлических трубок и даже механических разрушений объектов. Вторичные проявления молнии связаны с действием на объект электромагнитного поля близких разрядов. Обычно это поле рассматривают в виде двух составляющих: первая обусловлена перемещением зарядов в лидере и канале молнии (электростатическая индукция), вторая – изменением тока молнии во времени (электромагнитная индукция).

Электростатическая индукция проявляется в виде перенапряжения (до сотен киловольт), возникающего на металлических конструкциях объекта и зависящего от тока молнии, расстояния до места удара и сопротивления заземлителя.

Электромагнитная индукция связана с наведением в металлических контурах ЭДС величиной в несколько десятков киловольт. В местах сближения протяженных металлических конструкций, в разрывах незамкнутых контуров создается опасность перекрытий и искрений.

Еще одним видом опасного воздействия молнии является занос потенциала по вводимым в объект коммуникациям (кабелям, наземным и подземным конструкциям, трубопроводам, проводам воздушных линий электропередачи).

### **2.3. Защита линии электропередачи от молнии**

Распределительные устройства могут быть достаточно надежно защищены от прямых ударов молнии с помощью молниеотводов. Линии электропередачи с той же степенью надежности защитить невозможно.

Волны перенапряжений, возникающие на линиях при ударах молнии, доходят до подстанций и могут представлять опасность для установленного там электрооборудования. Такой же опасности могут подвергаться отдельные места на линии, имеющие ослабленную изоляцию, или особенно ответственные

участки(транспозиционные опоры, пролеты пересечения, переходы через транспортные магистрали, населенные пункты, большие реки).

В этих случаях наряду с защитой от прямых ударов применяется защита от набегающих волн. Для предупреждения перекрытия или пробоя рассматриваемой изоляционной конструкции параллельно ей следует присоединить искровой промежуток (ИП), вольт-секундная характеристика которого с учетом разброса должна в идеальном случае лежать ниже вольт-секундной характеристики защищаемой изоляции.

При соблюдении этого требования набегание импульса вызывает во всех случаях пробой ИП с последующим резким падением («срезом») напряжения на ИП и на изоляции.

Вслед за импульсным током через искровой промежуток по ионизированному пути устремляется ток, обусловленный напряжением промышленной частоты, - сопровождающий ток. Если установка работает с заземленной нейтралью или пробой ИП произошел в двух или трех фазах, то дуга сопровождающего тока может не погаснуть и импульсный пробой перейдет в устойчивое короткое замыкание, приводящее к отключению установки. Для того чтобы этого избежать, следует обеспечить гашение дуги сопровождающего тока через ИП.

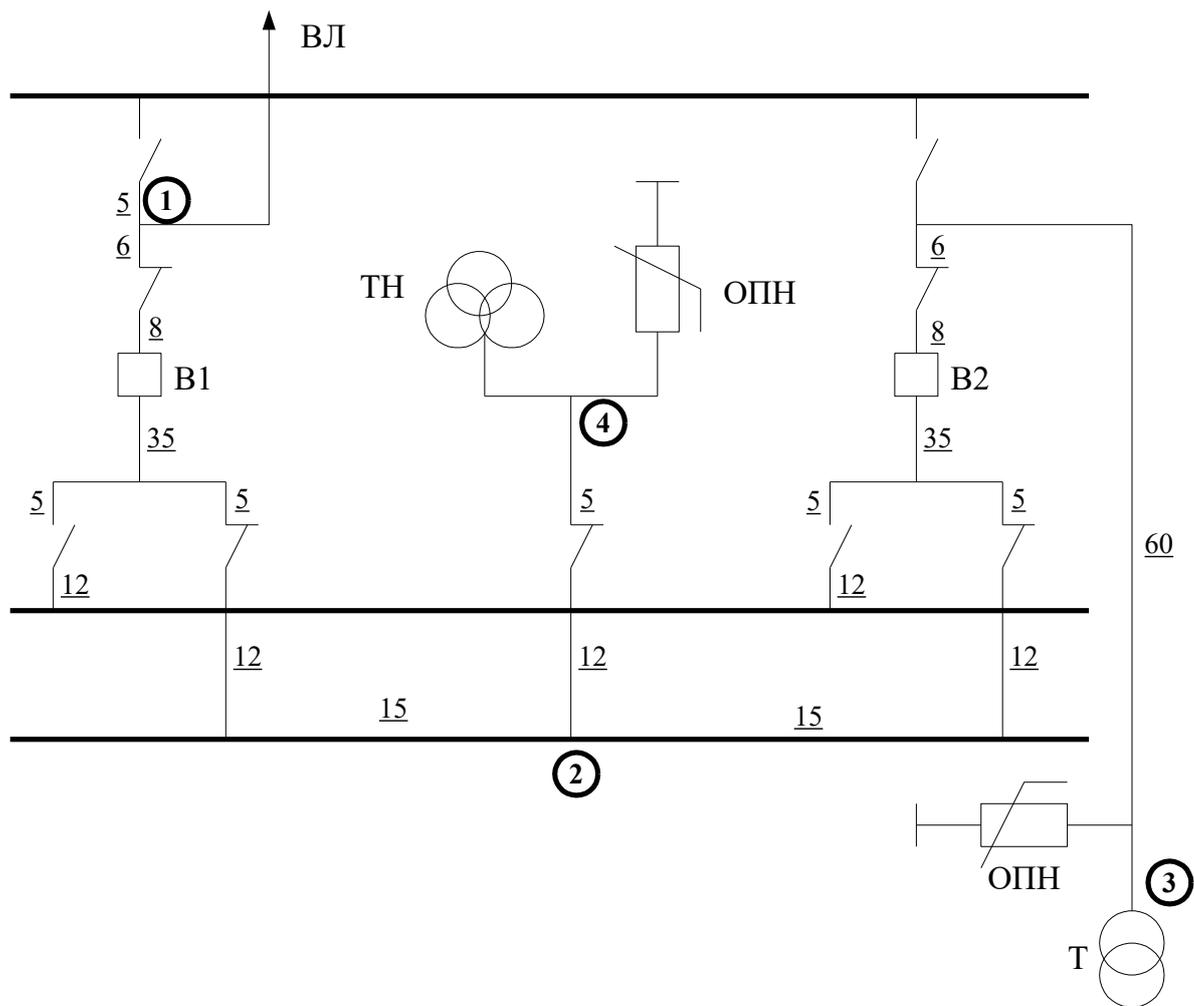
В результате прямых ударов молнии в провода линии электропередачи или перекрытий линейной изоляции с опоры на провод (при грозовом поражении опор или защитных тросов) на электрооборудование подстанции воздействуют волны атмосферного происхождения. При этом на подстанции возникают кратковременные перенапряжения, максимальные величины и форма которых зависят от расположения оборудования и параметров набегающей с ВЛ волны.

Приход грозовых волн на ПС эквивалентен воздействию на нее напряжений высокой частоты (в пределах 250 – 1000 кГц). При таких частотах изменения напряжения проявляется волновой характер переходного процесса на ПС, что обуславливает необходимость учитывать конечную длину соединительных проводов между узловыми точками ПС, а также преломление и отражение волн в этих узлах. Электрооборудование ПС при этом замещается входными емкостями (таблица 1), а длинные линии – сосредоточенными активными сопротивлениями, равными их волновому сопротивлению. Шины ПС и соединительные провода должны учитываться как линии конечной длины с распределенными параметрами. Для защиты от перенапряжений на подстанции устанавливаются вентильные разрядники (РВ) или нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН).

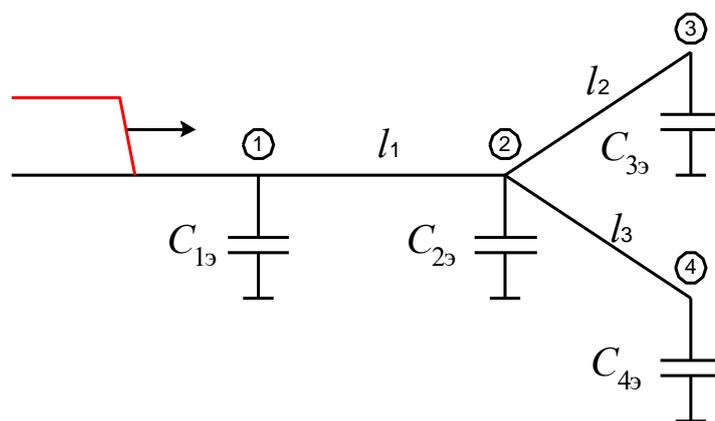
Исследование грозозащиты подстанции начинают с составления ее эквивалентной схемы. На основании анализа схемы и режимов работы подстанции выбирают наиболее неблагоприятный режим работы и намечают точки, в которых можно ожидать опасные перенапряжения. Неблагоприятными являются режимы, в которых к подстанции подключено наименьшее число линий, а наиболее опасными являются удаленные от защитных аппаратов точки открытого распределительного устройства (ОРУ) и места присоединения наиболее ответственного оборудования (чаще всего силового трансформатора). В соответствии с выбранным режимом составляют полную схему замещения подстанции. При этом входные емкости аппаратов и трансформаторов соединяют между собой отрезками линий с распределенными параметрами, длины которых оцениваются по конструктивным чертежам расположения оборудования на ОРУ. Линии электропередачи, отходящие от подстанции, заменяются активными сопротивлениями, по величине равными волновым, так как вследствие кратковременности переходных процессов на подстанции отражения волн от точек, удаленных от подстанции более чем на 1,5...2 км можно пренебречь.

Пример однолинейной схемы подстанции и ее схемы замещения показан на рис.1.

При расчетах грозоупорности подстанций форму волны обычно идеализируют, принимая фронт волны косоугольным., а для облегчения расчетов и опытов полную схему замещения эквивалентизируют, сохраняя минимальное число узловых точек, в которых необходимо определять перенапряжения. На рис.1 это места расположения линейного разъединителя (точка 1), точка на шинах РУ (точка 2) и точки расположения трансформатора напряжения (точка 3) и силового трансформатора (точка 4). Емкости аппаратов и отрезков шин разносят по узловым точкам по правилу моментов.



a)



б)

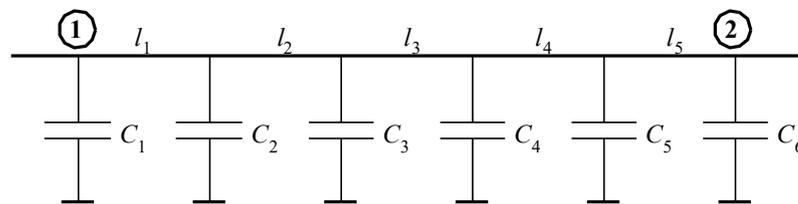
Рис.1 Полная схема подстанции 220 кВ (а) и эквивалентная 4-узловая схема замещения (б)

Пример расчета эквивалентных емкостей в узловых точках проиллюстрирован на рис.2 и в выражениях (1)

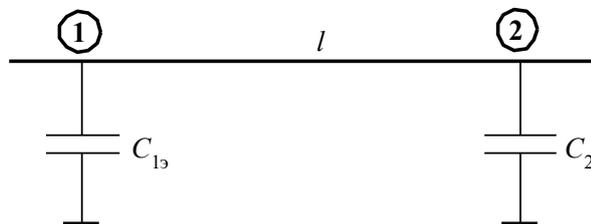
$$C_{13} = C_1 + C_2 \cdot \frac{l_2 + l_3 + l_4 + l_5}{l} + C_3 \cdot \frac{l_3 + l_4 + l_5}{l} + C_4 \cdot \frac{l_4 + l_5}{l} + C_5 \cdot \frac{l_5}{l};$$

$$C_{23} = C_6 + C_5 \cdot \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{l} + C_4 \cdot \frac{l_1 + l_2 + l_3}{l} + C_3 \cdot \frac{l_1 + l_2}{l} + C_2 \cdot \frac{l_1}{l}; \quad (1)$$

где  $l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$ .



а)



б)

Рис.2 Иллюстрация разнесения емкостей по узлам по правилу моментов

а – полная схема, б – преобразованная.

Перенапряжения, возникающие на изоляции различного электрооборудования подстанции (кривые 2 на рис.3), сравнивают с кривой импульсного уровня изоляции для данного вида оборудования. Так, для силовых трансформаторов кривая импульсного уровня изоляции принимается такой, как на рис.3, б (кривая 1), а для внешней изоляции остального оборудования – на рис.3, а (кривая 1). Вольт-секундная характеристика

линейной изоляции (гирлянды изоляторов) строится по формуле Горева-Мишкиллейсона

$$U = A\sqrt{1 + \frac{B}{\tau}} \quad (2)$$

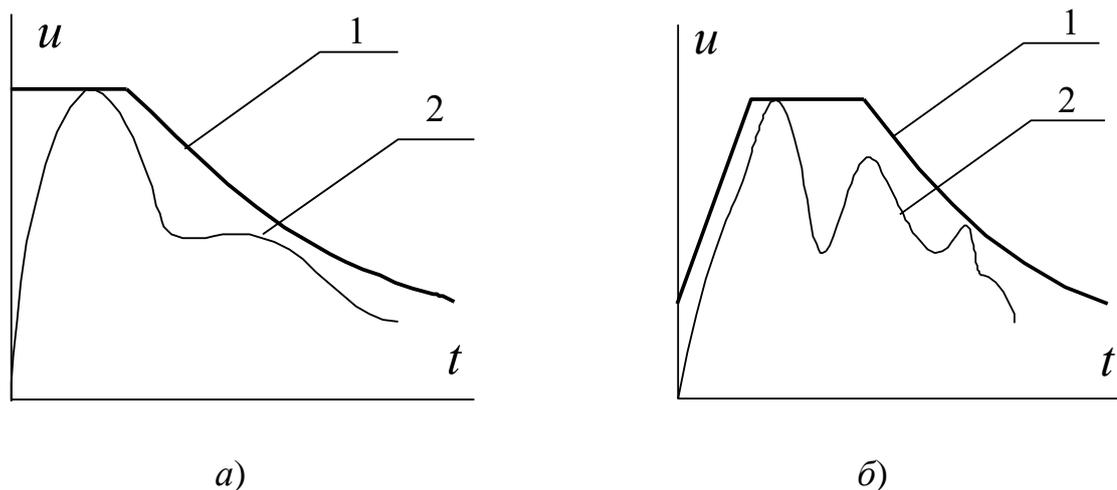


Рис.3 Кривые импульсного уровня изоляции аппаратов (а), трансформаторов (б) и воздействующих перенапряжений

Если волна перенапряжения в конкретной точке подстанции целиком располагается ниже кривой допустимого импульсного уровня, то она безопасна для изоляции оборудования.

Уровни перенапряжений, воздействующих на изоляцию электрооборудования, зависят от амплитуды и крутизны набегающей с ВЛ волны, схемы подстанции, характеристик, типа и расположения защитных аппаратов. Для того, чтобы установить, при каких сочетаниях амплитуды и длительности фронта набегающая волна вызывает опасные перенапряжения, определяется так называемая **кривая опасных волн (КОВ)** – такое сочетание амплитуд волны и ее фронтов, при которых кривая перенапряжений в конкретной точке подстанции (кривые 2 на рис.3) коснется кривой импульсной

прочности оборудования, установленного в данной точке ПС, но не пересечет ее. При таком сочетании амплитуды и фронта волны ее параметры считаются критическими. КОВ является границей между воздействиями, приводящими к появлению опасных перенапряжений и не приводящих к этому. При построении КОВ для точек ПС 220 кВ в схеме замещения оставляют только один защитный аппарат, установленный на шинах ПС (или около ТН). Дополнительные комплекты РВ или ОПН непосредственно у силового трансформатора отключают. Для ПС 500 кВ, где силовые трансформаторы подключены к шинам, находящимся в совместной работе, КОВ строится при отсутствии отходящих от шин ВЛ (тупиковая подстанция) и наличии одного защитного аппарата, расположенного на наибольшем расстоянии от точки, в которой снимается КОВ.

Однако не все из найденных опасных сочетаний амплитуды и крутизны набегающих волн могут реально воздействовать на изоляцию подстанции. Амплитуды приходящих с линии волн не могут превысить значений импульсной прочности линейной изоляции, определяемой по (2). При возникновении на линии волн с амплитудой, превышающей указанные значения, происходит перекрытие линейной изоляции ВЛ и снижение амплитуды волны. В общем случае КОВ для изоляции электрооборудования подстанции в целом может быть построена как нижняя огибающая КОВ для изоляции различного оборудования, установленного в отдельных точках подстанции (выбранные точки на схеме замещения). Совместив на одном графике ВСХ ВЛ и КОВ, получим область опасных для изоляции подстанции волн (рис.4).

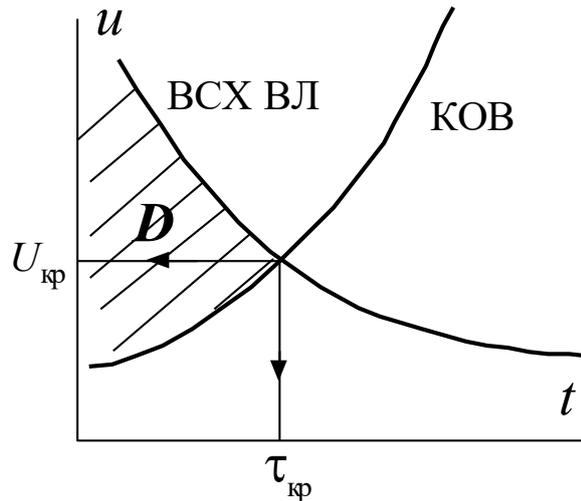


Рис.4 Построение кривой опасных волн и области опасных для подстанции волн ( $D$ )

Если волна возникла на проводе ВЛ достаточно далеко от подстанции, то при ее движении по проводу от места грозового поражения ВЛ до шин подстанции волна сильно деформируется за счет импульсной короны на проводах – фронт волны увеличивается, амплитуда может несколько уменьшится. Следовательно, для ОРУ опасны только волны, возникающие на линии вблизи подстанции. Можно таким образом рассчитать расстояние, которое должна пройти волна с амплитудой  $U_{кр}$ , чтобы ее фронт превышал  $\tau_{кр}$ . Критическая (минимальная) длина ВЛ, при которой волна перестает быть опасной за счет явления импульсной короны, может быть рассчитана по эмпирической формуле:

$$l_{кр} = \frac{0,3\tau_{кр}}{1,15 \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{4 U_{кр} \cdot 10^{-3}}{h_{ср тр}} - 1} \right)}, \text{ (км)} \quad (3)$$

где  $h_{ср тр}$  – средняя высота подвеса провода;

$U_{кр}, \tau_{кр}$  – координаты точки пересечения КОВ и ВСХ ВЛ (рис.4), кВ и мкс.

Таким образом, если участок ВЛ в пределах критической зоны защитить от прямых ударов молнии (обеспечить *защищенный линейный подход к подстанции*), то вероятность появления волн с опасными параметрами будет снижена за счет уменьшения вероятности прорыва молнии сквозь тросовую защиту в непосредственной близости от ПС. К мероприятиям, обеспечивающим защитный подход, относятся: подвеска грозозащитных тросов на подходе к ПС в случае их отсутствия по всей длине линии, снижение угла тросовой защиты, уменьшение сопротивления заземления ближайших к ПС опор и уровня линейной изоляции.

Годовое число опасных волн на подстанции определится числом прорывов молнии и обратных перекрытий на участке  $l_{кр}$ :

$$\beta = 4h_{ср\ тр} \frac{l_{кр}}{100} \cdot \frac{n_{гр\ ч}}{100} \left( P_{\alpha} + \frac{4h_{оп}}{L_{прол}} \cdot P_{оп} \right) \quad (4)$$

где  $L_{прол} = 200$  м – длина пролета (м);

$n_{гр.ч.}$  – число грозových часов в году (для регионов России  $\approx 20 \dots 30$ );

$h_{тр} = h_{оп} = 24$  м – высота опоры или троса на опоре;

$h_{ср\ тр} = 19$  м – средняя высота подвеса троса;

$P_{\alpha} = 10^{\frac{\alpha \sqrt{h_{тр}}}{75} - 3,95}$  – вероятность прорыва молнии сквозь тросовую защиту;

$P_{оп} = 10^{-\frac{U_{50\%}}{h_{тр}(pR_n+q)}}$  – вероятность обратного перекрытия при ударе молнии в опору или трос вблизи опоры;

$U_{50\%} = 1200$  кВ – 50-процентное импульсное разрядное напряжение

гирлянды при полной волне;

$p=0,755$  и  $q=21,6$  – параметры, зависящие от конструкции опоры;

$\alpha$  – угол тросовой защиты ( $\approx 20^\circ$ )

$R_{\text{и}}$  – сопротивление заземления опор на участке  $l_{\text{кр}}$  (10 – 15 Ом).

Число лет безаварийной работы подстанции в первом приближении находится как  $M = \frac{1}{\beta}$  (5)

и носит название показателя грозоупорности подстанции. Число  $M$  должно составлять сотни лет, что значительно превышает нормируемый срок службы любого оборудования (20...30 лет).

### 2.3. Защита линии электропередачи от молнии

Молниеотвод, являясь средством защиты от ПУМ, имеет вокруг себя пространство, в котором находящиеся объекты поражаются с малой вероятностью - это пространство называют зоной защиты молниеотвода. В силу того, что траектория завершения разряда молнии зависит от случайных процессов, определяющих ионизационные процессы в воздухе, практически невозможно полностью исключить вероятность ПУМ в защищаемый объект, расположенный около молниеотвода. Можно рассматривать зоны защиты только для определенных вероятностей прорыва ПУМ в эту зону, при этом чем меньше объем пространства рассматриваемой зоны, тем меньше вероятность поражения молнией объекта, находящегося в этой зоне.

Действующие нормы и рекомендации по определению зон защиты основаны на лабораторных исследованиях, выполненных на моделях молниеотводов, исходя из их геометрического подобия с реальными. Разряд молнии моделируется длинной искрой в разрядном промежутке с электродами «стержень - заземленная плоскость».

В настоящее время для определения границ зоны защиты рекомендуются формулы, уточненные по результатам опыта эксплуатации. Для одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h \leq 150$  м зона защиты представляет собой круговой конус ( рис.1 ) с вышиной на высоте  $h_0 < h$ , сечение которого на высоте  $h_x$  имеет радиус  $r_x$ .

Граница зоны защиты, соответствующая вероятности прорыва  $P_{np} = 0,005$ , находится по формулам:

$$h_0 = 0,85 \cdot h;$$

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot h)(h - h_x/0,85) \quad (1)$$

Значение  $h_0 < h$  учитывает возможность прорыва молнии не сверху, а сбоку.

Если определяется граница зоны защиты, соответствующая большей вероятности прорыва  $P_{np} = 0,05$ , используются формулы:

$$h_0 = 0,92 \cdot h; \quad r_x = 1,5(h - h_x/0,92). \quad (2)$$

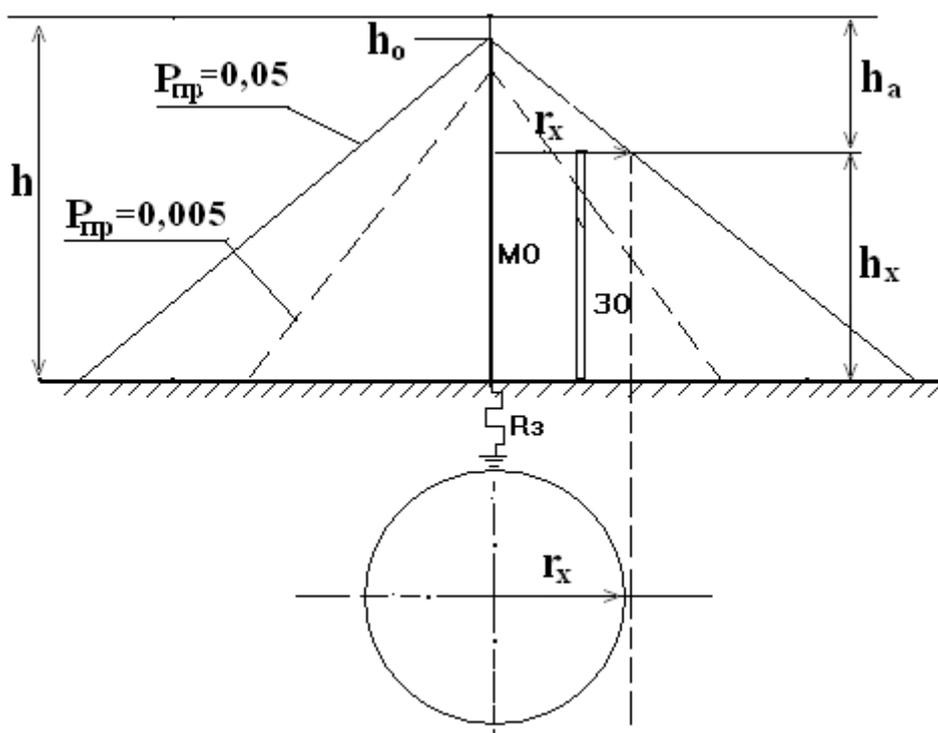


Рис.1 Зоны защиты одиночного молниеотвода

$h$ - высота МО;  $h_x$ - высота защищаемого объекта (ЗО);  $r_x$ - радиус зоны защиты на высоте  $h_x$ ;  $h_a$ - активная высота МО  $h_a = h - h_x$ ;  $P_{np}$  -вероятность прорыва ПУМ в зону защиты;  $R_з$ - сопротивление заземлителя.

Если два стержневых молниеотвода находятся вблизи один от другого ( на расстоянии, меньшем  $3 \dots 5h$  ), конфигурация границы зоны за-

щиты между ними определяется в соответствии с рис. 2. Возникает дополнительный объем зоны защиты, обусловленный совместным действием двух молниеотводов. Габаритные размеры зоны двойного стержневого молниеотвода рассчитываются по формулам:

а) для  $P_{np}=0,005$ :

$$h_c = h_0; \text{ при } L \leq h,$$

$$h_c = h_0 - (0.17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h)(L - h) \text{ при } L > h;$$

$$r_{cx} = r_x \text{ при } L \leq h; \quad (3)$$

$$r_{cx} = [r_0(h_c - h_x)]/h_c \text{ при } L > h;$$

б) для  $P_{np} = 0,05$ :

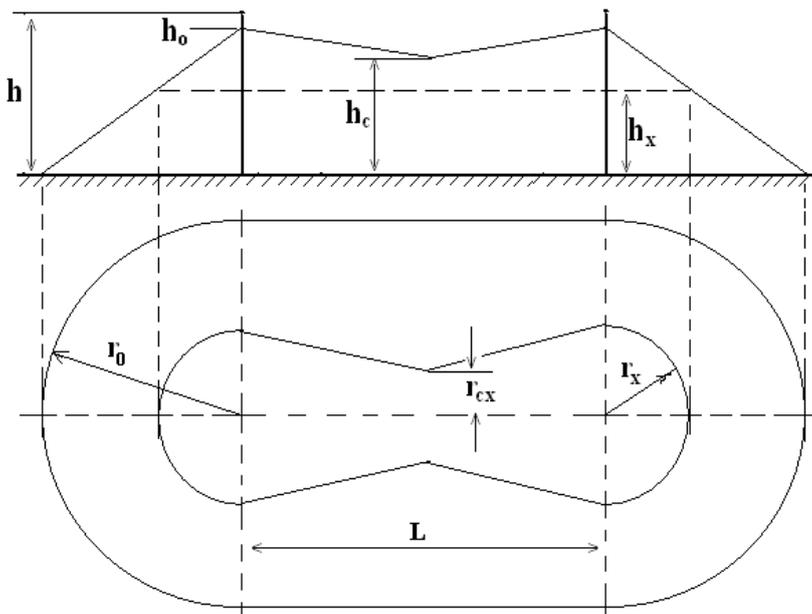
$$h_c = h_0 \text{ при } L \leq 1.5h,$$

$$h_c = h_0 - 0.14(L - 1.5h) \text{ при } L > 1.5h;$$

$$r_{cx} = r_x \text{ при } L \leq 1.5h, \quad (4)$$

$$r_{cx} = [r_0(h_c - h_x)]/h_c \text{ при } L > 1.5h.$$

Если расстояние  $L$  между молниеотводами превышает  $3h$  ( $P_{np}=0,005$ ) или  $5h$  ( $P_{np}=0,05$ ), каждый из молниеотводов условно рассматривается как одиночный



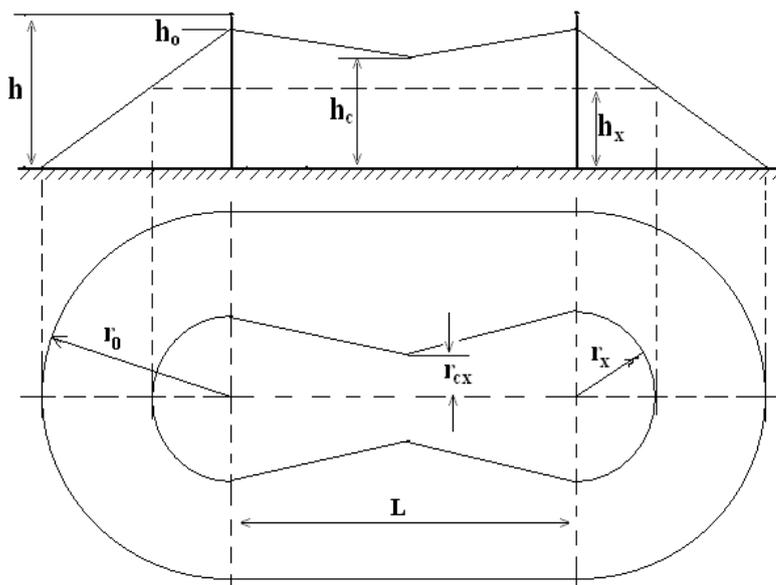


Рис. 2 Зона защиты двойного молниеотвода

Защитная зона четырех стержневых молниеотводов одинаковой высоты приведена на рис.3.

Условие защищенности всей площади выражается соотношением  $D < 8h_a$ , а самая низшая точка зоны расположена в центре и имеет высоту:

$$h_0 = h - D/8, \quad (5).$$

где  $D$ - диагональ четырехугольника.

2.Программа работы и методические указания к проведению работыДля проведения опытов используются генератор импульсных напряжений (ГИН – 1000кВ), стержень-высоковольтный электрод,

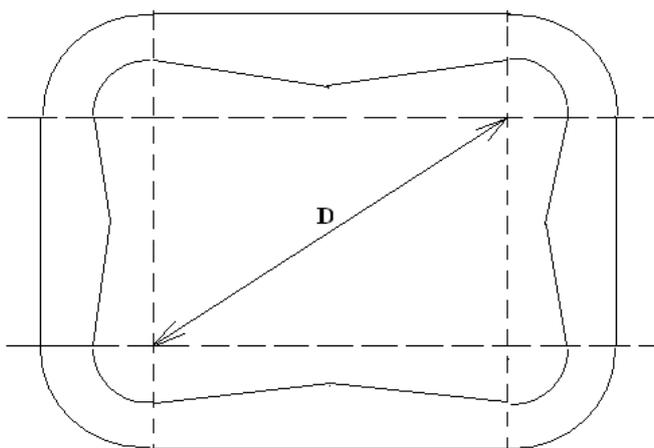


Рис.3 Зона защиты группового молниеотвода

имитирующий канал молнии, модели стержневых молниеотводов и объекта на заземленной плоскости. Схема приведена на рис.4.

### Схема испытаний

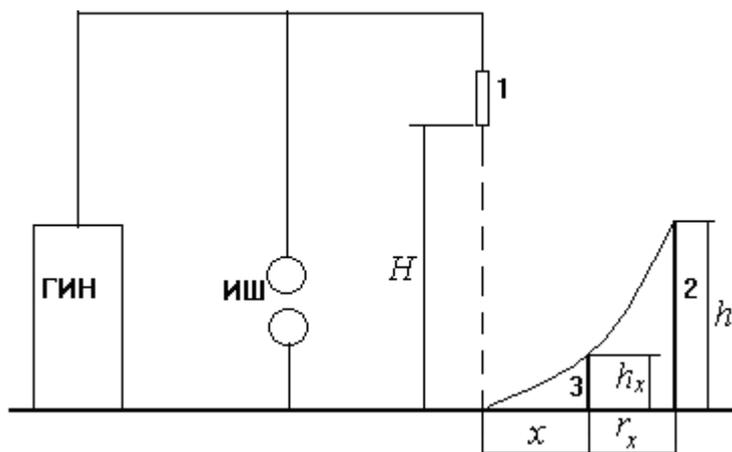


Рис.4

ИШ - измерительные шары; 1-высоковольтный электрод(молния); 2-молниеотвод; 3-защищаемый объект.

#### 2.1 Определить зону защиты одиночного молниеотвода.

Для оценки зон защиты одиночного молниеотвода определяется зависимость вероятности  $P$  поражения защищаемого объекта (стержень с высотой  $h_x$ ) от его расстояния до молниеотвода  $P=f(r_x)$ . Для этого сначала устанавливают смещение между осью «молнии» и молниеотводом, добиваясь равновероятного поражения молниеотвода и заземлённой плоскости. Затем устанавливают объект с высотой  $h_{x1}$  и определяют три значения  $P$  при различных расстояниях  $r_x$ , чтобы получить изменение  $P$  в диапазоне от 0,1 до 0,9. Вероятность  $P$  определяется как отношение числа поражений объекта « $n_0$ » к общему числу разрядов « $n$ ». Для каждого значения  $P$  рекомендуется использовать 10-15 разрядов. Эта же процедура проводится еще для 2-х объектов, имеющих высоту  $h_{x2}$  и  $h_{x3}$ . Результаты опытов-значения вероятности поражения-сразу наносятся на вероятностную бумагу для планирования опыта по выбору другого расстояния от объекта до молниеотвода. Примерный график зависимости  $P$  от  $r_x$  для 3-х различных высот объекта  $h_x$  приведён на рис.5.

Для построения зоны защиты, имеющей конкретное значение вероятности  $P$ , следует провести горизонтальную линию на уровне  $P$  и по точкам её пересечения с прямыми линиями зависимостей  $P(r_x)$  для различных высот объектов  $h_x$  вычертить кривую  $h_x(r_x)$ . Значения вероятности поражения при  $\psi = 0,01$  (или для других значений  $\psi$ ) можно определить экстраполяцией полученных зависимостей до интересующих значений  $\psi$ . Расстояние от высоковольтного электрода ГИН до плоскости и вершины молниеотвода  $H=R$  рекомендуется принимать в 5-10 раз больше высоты молниеотвода  $h$ .

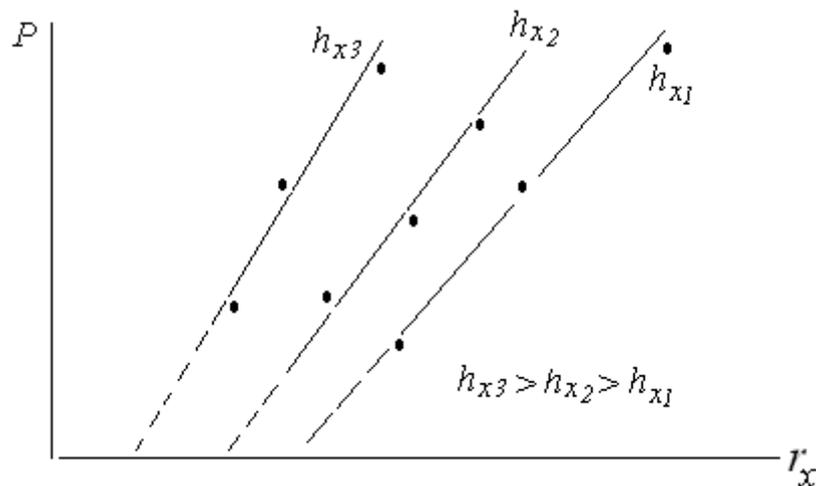


Рис.5 Зависимость вероятности поражения объектов высотой  $h_{x1}$ ,  $h_{x2}$ ,  $h_{x3}$ , от расстояния  $r_x$ . Определение зоны защиты двух молниеотводов производится таким же образом. Определение вероятности поражения объекта высотой  $h_x$ , расположенного в центре зоны защиты 4-х молниеотводов, производится аналогичным образом, используя различные  $h_x$ .

#### 2.4. Виды и устройство молниеотводов

Здания и сооружения защищают от прямых ударов молнии различными по конструкции молниеотводами. Но любой из молниеотводов включает в себя четыре основные части: молниеприемник, непосредственно воспринимающий удар молнии; токоотвод, соединяющий молниеприемник с заземлителем; заземлитель, через который ток молнии стекает в землю; несущую часть (опору или опоры), предназначенную для закрепления молниеприемника и токоотвода.

В зависимости от конструкции молниеприемника различают стержневые, тросовые, сетчатые и комбинированные молниеотводы. По числу совместно действующих молниеприемников их делят на одиночные, двойные и многократные.

Кроме того, по месту расположения молниеотводы бывают отдельно стоящие, изолированные и не изолированные от защищаемого здания. Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения. Благодаря этому свойству более низкое по высоте защищаемое здание практически не поражается молнией, если оно входит в зону защиты молниеотвода. Зонай защиты молниеотвода называется часть пространства, примыкающая к нему и с достаточной степенью надежности (не менее 95 %) обеспечивающая защиту сооружений от прямых ударов молнии. Наиболее часто для защиты зданий и сооружений применяют стержневые молниеотводы. Молниеприемник стержневого молниеотвода представляет собой вертикально расположенный стальной стержень любого профиля длиной 2... 15 м и

площадью поперечного сечения не менее  $100 \text{ мм}^2$ , укрепленный на опоре, расположенной, как правило, не ближе 5 м от защищаемого объекта. Молниеприемник соединяют с заземлителем токоотводом, выполненным из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм, а в случае прокладки токоотвода в земле — не менее 10 мм.

При устройстве молниеприемников непосредственно на крыше здания выполняют как минимум два токоотвода, а при ширине крыши более 12 м — четыре. Если длина защищаемого объекта более 20 м, то на каждые последующие 20 м длины требуется устанавливать дополнительные токоотводы; при ширине здания до 12 м — на обеих сторонах здания. Все соединения (молниеприемник — токоотвод, токоотвод — заземлитель) следует сваривать.



Молниеотвод: 1 – молниеприемник; 2 – токоотвод; 3 – заземлитель; 4 – молниеприемник из трубы; 5 – сварка; 6 – молниеотвод; 7 – молниеприемник из уголка; 8 – молниеприемник из проволоки сечением 6-10 мм

- **Молниеприемник** — устройство, перехватывающее разряд молнии (громоотвод).
- **Тоководы** (спуски) это часть системы молниезащиты, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю.
- **Заземлитель** — металлический проводник в заглубленный в почву, обеспечивающий растекание тока молнии в землю.

Т.е. самый простой вариант молниезащиты – это укрепленный на крыше металлический штырь, соединенный тоководом с заземляющим устройством. Но просто штырь на крыше это неэстетично, хотя дешево, надежно и практично. Но, главное, не очень эффективно. При всей внешней простоте этого устройства необходимо, чтобы все комплектующие были правильно подобраны и соответствовали тем нагрузкам, которые, может быть, придется выдержать системе.



Устройство молниеотводов (защита от прямого воздействия)

В качестве стержневых молниеотводов необходимо максимально использовать существующие вблизи защищаемого объекта высокие сооружения: водонапорные башни, вытяжные трубы и т. п. Деревья, растущие на расстоянии не более 5 м от зданий III...V степеней огнестойкости, также можно использовать в качестве опоры молниеотвода, если на стене здания напротив дерева на всю высоту стены проложить токоотвод, приварив его к заземлителю молниеотвода.

Тросовые молниеотводы чаще всего применяют для защиты зданий большой длины и высоковольтных линий. Эти молниеотводы изготовляют в виде горизонтальных тросов, закрепленных на опорах, по каждой из которых прокладывают токоотвод. Молниеприемники тросовых молниеотводов выполняют из стального многопроволочного оцинкованного троса сечением не менее 35 мм<sup>2</sup>.

**Следует отметить, что стержневые и тросовые молниеотводы обеспечивают одинаковую степень надежности защиты.**

## 2.5. Защитное действие молниеотводов

Защитная роль молниеотводов была впервые правильно оценена

М. В. Ломоносовым, который указал, что молниеотвод предотвращает

поражение защищаемых объектов, принимая на себя разряд молнии. Такое

понятие вполне соответствует современной точке зрения. В наше время с установлением физических особенностей развития грозового разряда оказалось возможным найти инженерные основы защиты молниеотводами.

Защитное действие молниеотводов проявляется в лидерной стадии грозового разряда. Траектория лидера молнии, как и вообще длинной искры в воздухе, подчиняется статистическим закономерностям. Из всех вероятных направлений разряда преимущественное направление определяется максимальными напряженностями электрического поля. На больших высотах это направление устанавливается исключительно самим каналом лидера (рис. 4а). Поэтому на большей части пути лидера земные объекты практически не влияют на направление развития разряда. Однако на некоторой высоте  $H$ , называемой **высотой ориентировки молнии**, начинает сказываться искажение поля земными сооружениями. Направление максимальных напряженностей поля, а, следовательно, и развитие заряда устанавливаются по отношению к наиболее возвышающимся объектам – молниеотводам (рис. 4, б). Вероятность разряда в сооружение вблизи молниеотвода резко увеличивается. При некоторой высоте превышения молниеотвода над защищаемыми сооружениями практически ни один разряд не будет поражать эти сооружения. Пространство, защищенное от прямых ударов молнии, называется защитной зоной молниеотвода. Любое сооружение, целиком входящее в защитную зону молниеотвода, защищено от прямых ударов молнии. Зоны защиты молниеотводов определяются на моделях, в которых канал молнии имитируется стержнем, расположенным на высоте ориентировки молнии  $H$ . На стержень подается волна ГИН. Стержень располагается в местах, откуда вероятность поражения молнией объекта наибольшая.

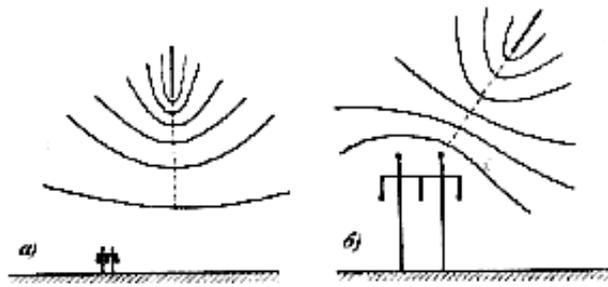


Рис. 4. Эквипотенциальные линии поля и направление преимущественного развития разряда (пунктирная линия) на большой (а) и малой (б) высотах

### Защитные зоны стержневых молниеотводов.

Молниеотводы характеризуются высотой  $H$ , активной высотой  $h_a$ , т.е. превышением над защищаемым объектом, имеющим высоту  $h_x$ .

Общая высота молниеотвода составляет:

$$H = h_x + h_a, \quad (4)$$

Канал лидера молнии начинает ориентироваться на вершину молниеотвода на высоте  $(10...20) \cdot H$ . Зоной поражения молнией молниеотвода является параболоид вращения, рис. 5.

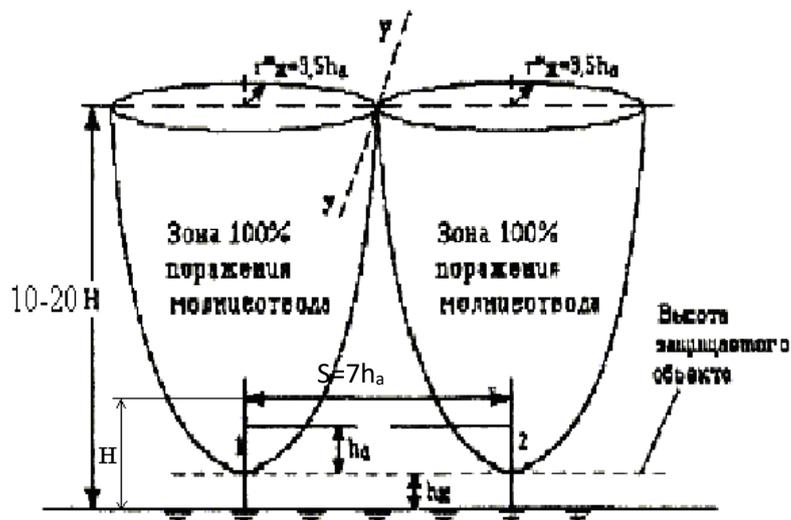


Рис. 5. Зоны поражения 2-стержневого молниеотвода

Лидер молнии, вошедший в эту зону ориентации, неизбежно поражает молниеотвод. Зная зоны защиты молниеотвода, можно защитить объекты большой площади несколькими молниеотводами, чтобы зоны их защиты касались или даже пересекались.

Расстояние  $S$  (рис. 5) между молниеотводами для надежной защиты объектов не должно быть более  $7h_a$ .

Зоной защиты стержневого молниеотвода (рис. 6) является прямой конус с криволинейной образующей, удовлетворяющий условию:

$$r_x = \frac{1,6h_a}{\left(1 + \frac{h_x}{H}\right)} \cdot P, \quad (5)$$

где  $P$  – вероятность поражения в зоне защиты молниеотвода, зависящей от высоты молниеотвода  $P = 5,5/\sqrt{H}$  ( $H > 30$  м);  $P = 1$  ( $H \leq 30$  м).

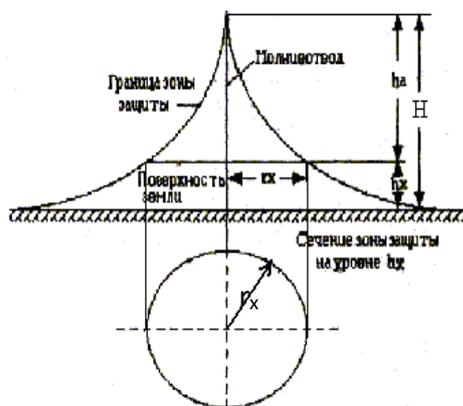


Рис. 6. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода.

Защита объектов большой площади производится несколькими молниеотводами. Вертикальное и горизонтальное сечения зоны защиты 2-стержневых молниеотводов одинаковой высоты показаны на рис. 7.

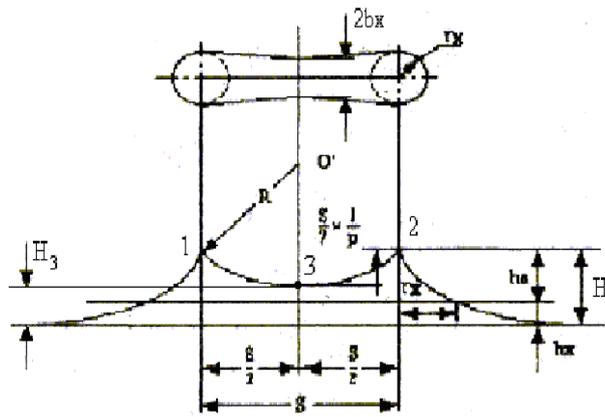


Рис. 7. Зона защиты 2-стержневого молниеотвода

Нижняя точка 3 защитной зоны между двумя молниеотводами расположенные на уровне  $H_3$  лежит на окружности радиусом  $R$ , проходящей через вершины молниеотводов и точку 3.

$$H_3 = H - S/7P . \quad (6)$$

Ширина зоны защиты  $2b_x$  на уровне защищаемого объекта ( $h_x$ ) определяется по формуле:

$$2b_x = 4r_x \frac{7h_a - S}{14h_a - S} . \quad (7)$$

Для определения зоны защиты, образованной 3 или 4 стержневыми молниеотводами (рис. 8 а, б) достаточно, чтобы диаметр  $D$  окружности, проведенный через точки установки 3-х молниеотводов или большая диагональ  $D$  четырехугольника с молниеотводами в его вершине удовлетворяла условиям:

$$D \leq 8h_a \quad (H \leq 30 \text{ м})$$

$$D \leq 8h_a P \quad (H > 30 \text{ м})$$

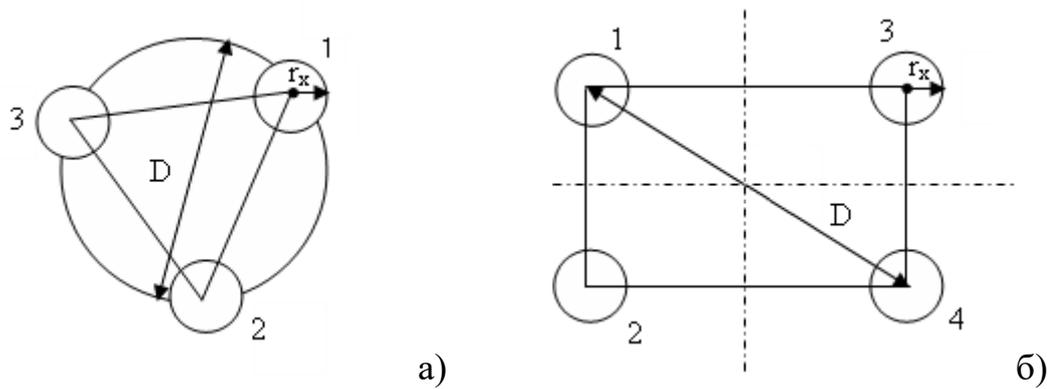


Рис. 8. Защищенная площадь на уровне  $h_x$  :

а) тремя, б) четырьмя стержневыми молниеотводами

### Зоны защиты тросовых молниеотводов.

Экранирующее действие тросов принято характеризовать углом защиты  $\alpha$ , образованным вертикалью, проходящей через трос, и линией, соединяющей трос с проводом (рис. 9). Тросы тем надежнее экранируют (защищают) провода, чем меньше угол  $\alpha$ . Вероятность  $P_a$  поражения проводов, защищенных тросами с защитным углом  $\alpha$ , или, как говорят, вероятность прорыва молнии через тросовую защиту определяется по формуле:

$$\lg P_\alpha = \frac{\alpha \sqrt{h_{on}}}{90} - 4. \quad (8)$$

Эта формула отражает основные закономерности защиты проводов тросовыми молниеотводами: вероятность прорыва молнии возрастает с увеличением угла  $\alpha$  и увеличением высоты опор  $H$ .

Защитный угол  $\alpha$ , указанный на рис. 9, относится к защите внешних проводов. Статистика поражений показала, что провод, находящийся между двумя тросовыми молниеотводами, находится в лучших условиях защиты. Внутренняя область ограничивается дугой окружности, проходящей через тросовые молниеотводы и среднюю точку  $0$ , находящуюся на высоте:

$$h_0 = H - \frac{s}{4}, \quad (9)$$

где  $s$  – расстояние между тросами.

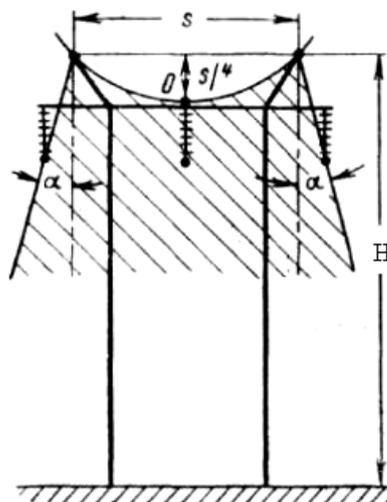


Рис. 9. Защитный угол  $\alpha$  и защитная зона тросовых молниеотводов

Повышенный экранирующий эффект тросовых молниеотводов по отношению к среднему проводу используется для горизонтального разнесения тросов (рис. 9) в целях улучшения защиты крайних проводов (уменьшения защитного угла до  $20^\circ$ ). Однако при разnose тросов и снижении расстояний «трос – внешние провода» по горизонтали возрастает опасность схлестывания проводов и тросов при пляске проводов во время гололеда и ветровых воздействий.

На деревянных опорах снижение углов защиты крайних проводов возможно путем подвески тросов на дополнительной траверсе. Однако значительный горизонтальный разнос тросов или высокая их подвеска ведет к существенному утяжелению опор. Оптимальные углы защиты для линий 35...110 кВ с деревянными опорами находятся в пределах  $25...30^\circ$ .

Защитным действием по отношению к нижерасположенным проводам обладают не только заземленные тросы, но и рабочие провода линии, «заземленные» через свои волновые сопротивления. Поэтому, например, на

двух цепных линиях, имеющих вертикальное расположение проводов, верхние провода экранируют нижние.

### Импульсное сопротивление заземления открытых распределительных устройств (ОРУ)

Сопротивление заземлителя подстанции в виде сетки, которая состоит из вертикальных электродов, объединенных горизонтальными полосами, рассчитывается по эмпирической формуле:

$$R = \rho_{рас} \left( \frac{A}{\sqrt{S}} + \frac{1}{L + nl} \right), \quad (12)$$

где  $L$  – суммарная длина всех горизонтальных заземляющих электродов (полос);

$n$  и  $l$  – число и длина вертикальных электродов;

$S$  – площадь, занятая заземлителем;  $\rho_{рас}$  – удельное сопротивление грунта;  $A$  – коэффициент, определяемый по значению  $l / \sqrt{S}$  :

$l / \sqrt{S}$	0	0,05	0,1	0,2	0,5
$A$	0,44	0,40	0,37	0,33	0,26

Ориентировочные значения коэффициента  $\alpha_u$  для заземлителей в виде сеток приведены на рис. 13. Для протяжных заземлителей ( $\sqrt{S} > 10$  м) импульсный коэффициент можно оценить по приближенной формуле:

$$\alpha_u = \sqrt{\frac{1500 \sqrt{S}}{(\rho_p + 320)(I_m + 45)}}, \quad (13)$$

где  $S$  – площадь ОРУ,  $м^2$ ;

$\rho_p$  – расчетное значение удельного сопротивления грунта,  $Ом \cdot м$ ;

$I_m$  – ток молнии,  $кА$ .

Расчетное значение  $\rho_p$  определяется:

$$\rho_p = \kappa \cdot \rho_{изм}, \quad (14)$$

где  $\kappa$  – коэффициент сезонности ( $\kappa = 1, 2 \dots 4, 5$ ), зависит от влаги в грунте;

$\rho_{изм}$  – измеренное значение удельного сопротивления грунта.

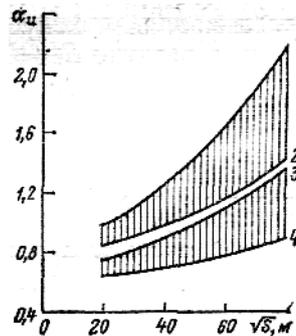


Рис. 13. Значения импульсного коэффициента для заземлителей в виде сеток  $p = 100 \dots 600 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ : зона 1–2 :  $I_M = 10 \text{ кА}$ ; зона 3–4:  $I_M = 100 \text{ кА}$

### Условия безопасного прохождения тока молнии по молниеотводу

При прохождении тока молнии по молниеотводу создается падение напряжения на сопротивлении заземлителя молниеотвода и на индуктивности токоотвода. При косоугольной форме фронта тока молнии и крутизне фронта  $\alpha$  максимальный потенциал в точке молниеотвода, расположенной на расстоянии  $l$  от заземлителя, наступает в момент максимума тока молнии

$$U_l = I_M R_u + \alpha L_o l, \quad (15)$$

где  $L_o$  – индуктивность единицы длины токоотвода;

$\alpha$  – крутизна тока молнии.

Для металлических молниеотводов решетчатой конструкции, а также для отдельно проложенных токоотводящих спусков  $L_o \approx 1,7 \text{ мкГн/м}$ .

Значение импульсного сопротивления ОРУ вычисляется по формуле и сравнивается с допустимым значением. В качестве расчетных значений принимают значения тока молнии  $I_m = 60 \text{ кА}$  и  $\alpha = 30 \text{ кА/мкс}$ .

Расстояние по воздуху  $l_B$  при расчетных параметрах тока молнии и допустимой напряженности электрического поля в воздухе  $E_g = 500 \text{ кВ/м}$  определяется по формуле:

$$l_g \geq \frac{60R_u + 30 \cdot 1,7l}{500} \approx 0,12R_u + 0,1l. \quad (16)$$

Расстояние в земле  $l_3$  между заземлителем отдельно стоящего молниеотвода и ближайшей к нему точкой защищаемого устройства в земле при допустимой напряженности поля в земле  $E_3 = 300 \text{ кВ/м}$  рассчитывается как:

$$l_3 = \frac{60R_u}{300} = 0,2R_u. \quad (17)$$

При этом  $l_B$  должно быть не менее 5 м, а  $l_3$  – не менее 3 м.

На подстанциях при установке молниеотводов на порталах помимо соблюдения безопасных расстояний по воздуху и в земле необходимо согласовать импульсные разрядные напряжения изоляторов и напряжения, возникающие в точках их присоединения к portalу при ударах молнии в молниеотвод.

Другой характеристикой грозовой деятельности является среднее число ударов молнии  $n_{уд}$  в  $1 \text{ км}^2$  поверхности земли за 100 грозовых часов.

Возвышающиеся над поверхности земли объекты вследствие развития с них встречных лидеров собирают удары молнии с площади, превышающей их территорию. Число ударов молнии за 100 грозовых часов в сооружение, например, в подстанцию (рис. 14), длиной А, шириной В и высотой Н (размеры в метрах), может быть рассчитано по формуле:

$$n = n_{уд} \cdot (A+7H) \cdot (B+7H) \cdot 10^{-6}, \text{ где } n_{уд} = 6,7 \text{ 1/км}^2$$

Число ударов молнии в 100 км воздушной линии электропередачи за 100  
грозовых часов

$$n = 6,7 \cdot 100 \cdot 6h_{\text{cp}} \cdot 10^{-3} \approx 4h_{\text{cp}},$$

где  $h_{\text{cp}} = h_{\text{оп}} - 2/3f$  – средняя высота, м, подвеса троса или при отсутствии тросов – верхнего провода;  $h_{\text{оп}}$  – высота опоры;  $f$  – стрела провиса троса или провода. Годовое число ударов молнии в линию длиной  $l$  при числе грозовых ударов в году  $D_{\text{г}}$  определяется как

$$n_{\text{год}} = n_{\text{уд}} \cdot l/100 \cdot D_{\text{г}}/100.$$

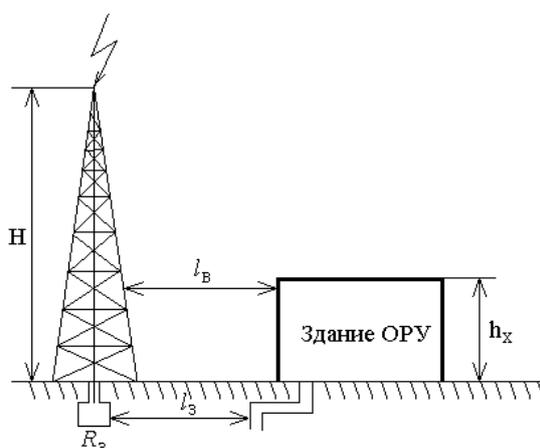


Рис. 14. Допустимые расстояния от молниеотвода до защищаемого объекта по воздуху  $l_B$  и в земле  $l_3$

# **МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ**

## **Глава III. Особенности методики изучения темы: «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах»**

### **3.1. Цель и задачи предмета и ее значения в процессе подготовке специалиста.**

Учебная дисциплина «Изоляция и перенапряжения» является одной из основных обще профессиональных дисциплин при подготовке специалистов электроэнергетического направления и играет существенную роль в формировании у них инженерного мышления. В этой дисциплине комплексно рассматривается работа изоляционных конструкций в электрических системах при воздействии рабочего напряжения, грозовых и внутренних перенапряжений.

5140900-Профессионального образования (Электроэнергетика) предъявляются следующие требования к обязательному минимуму содержания по дисциплине «Изоляция и перенапряжения»:

виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения;

изоляция воздушных линий электропередачи;

молниезащита воздушных линий;

молниезащита оборудования станций и подстанций;

защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений;

Научные положения дисциплины «Изоляция и перенапряжения» сформулированы на основе физики диэлектриков, физической химии, теории электромагнитных колебаний. При изучении дисциплины необходимо знание основ материаловедения, теоретических основ электротехники, электрических машин. Хорошее усвоение данного курса предполагает глубокое изучение теории, умение использовать полученные знания для анализа состояния электроустановок и режимов их работы и приобретение твердых навыков в решении задач.

При изучении внешней изоляции электроустановок и грозовых перенапряжений необходимо знать физику электрического разряда в газах, при изучении внутренней изоляции – теории пробоя жидких и твердых диэлектриков, электрофизические характеристики изоляционных материалов.

### **3.2. Традиционное обучение – фундамент инноваций**

#### *Традиционное обучение*

Термин «традиционное обучение» подразумевает классно-урочную организацию обучения, сложившуюся в XVII веке на принципах дидактики, сформулированных Я.А.Коменским, и до сих пор являющуюся преобладающей в школах мира. Традиционное обучение- ориентир на коллективную и фронтальную работу учеников. Работа с группами различной успеваемости. Используется материал, рассчитанный на определённый объём знаний «среднего ученика». Устанавливается одинаковый для всех обучающихся объём знаний и подбирается связанный с ним учебный материал. Учебные задания следуют от простого к сложному и делятся на определённые группы сложности. Стимулируется активность класса (как группы). Учитель планирует индивидуальную или групповую работу учеников. Педагог задаёт для изучения общие для всех темы.

#### **Положительные стороны:**

упорядоченная, логически правильная подача учебного материала;

2. организационная четкость;

3. оптимальные затраты ресурсов при массовом обучении.

#### **Отрицательные стороны:**

1. шаблонное построение, однообразие;
2. отсутствие самостоятельности;
3. слабая речевая деятельность (2мин/день);
4. отсутствие индивидуального обучения.

Мы будем проводить лабораторную работу инновационными методами:

- **Метод «мозгового штурма»**

-Метод «Инсерт»

#### **Метод «мозгового штурма»**

##### **Правила мозгового штурма:**

1. Выдвигаются любые идеи
2. Идеи не критикуются, не комментируются

3. Все идеи записываются
4. Работа продолжается до тех пор, пока идеи не иссякнут

Данный метод, направленный на генерирование идей по решению проблемы, основан на процессе совместного разрешения поставленных в ходе организованной дискуссии проблемных задач. Задание может содержать профессионально значимый или междисциплинарный вопрос. При этом все идеи и предложения, высказываемые участниками группы, должны фиксироваться на доске (или на большом листе бумаги), чтобы затем их можно было проанализировать и обобщить. Последовательное фиксирование идей позволяет проследить, как одна идея порождает другие идеи. Дух соревновательности активизирует мыслительную деятельность обучающихся.

Рассмотрим *пример*, На проведение «мозгового штурма» выделяется 5 минут. При рассмотрении темы «исследование грозозащиты подстанций» студентам может быть предложено задание: Назовите основные параметры молнии? В течение одной минуты студенты, например, на доске записывают варианты ответов. Ответы студентов: Полярность, токи молнии зарегистрированные в опорах, крутизна фронта импульса тока молнии, стержневые молниеотводы железобетонные, продолжительность разряда молнии, количество импульсов разряда, и др. По окончании «штурма» все предложенные идеи (решения) подвергаются анализу, в котором участвует вся группа. Студентам сообщается правильный ответ: Полярность, токи молнии, зарегистрированные в опорах, крутизна фронта импульса тока молнии, продолжительность разряда молнии, количество импульсов разряда.

### ***Инсерт***

Во время лабораторной работы надо начертить на доске таблицу и необходимо делать на ней пометки, а после лабораторной работы, заполнить таблицу, где значки станут заголовками граф таблицы:

«V» – уже знал;

«+» – новое;

«-» – думал иначе;

«?» – не понял, есть вопросы.

В таблицу кратко заносятся сведения из лабораторной работы.

Делаются пометки. Преподаватель предлагает несколько вариантов пометок:

2 значка «+» и «V», 3 значка «+», «V», «?» , или 4 значка «+» , «V», «-», «?».

Ставьте значки в таблицу по ходу проведения лабораторной работы.

Прочитав один раз, студенты возвращается к своим первоначальным предположениям, вспоминая, что они знали или предполагали по данной теме раньше, возможно, количество значков увеличится.

Следующим шагом может стать заполнение таблицы («Инсерт»), количество граф которой соответствует числу значков маркировки.

V

Поставьте v (да) на полях, если то, что вы читаете, соответствует тому, что вы знаете, или думали, что знаете.

+

Поставьте +(плюс) на полях, если то, что вы читаете, является для вас новым.

-

Поставьте " -" (минус) на полях, если то, что вы читаете, противоречит тому, что вы уже знали, или думали, что знаете.

?

Поставьте «?» на полях, если то, что вы читаете, непонятно, или же вы хотели бы получить более подробные сведения по данному вопросу.

V	+	-	?
Параметры разрядов молнии. Трансформаторы тока.  Выключатели воздушные.  Силовые и автотрансформаторы.	Принципы защиты от прямых ударов молнии зданий.  Механизм формирования разряда молнии. Характеристики зон поражаемости и зон защиты молниеводов	Виды молниеводов. Определять грозоупорность ОРУ подстанции и удельное число отключений ЛЭП.	Как изменится грозоупорность подстанции при усилении изоляции ВЛ на подходе к подстанции.  Каким физическим явлением объясняется деформация волны атмосферного происхождения при ее распространении по проводу ВЛ

Технологический прием «Инсерт» и таблица «Инсерт» сделают зримыми процесс накопления информации, путь от «старого» знания к «новому». Важным этапом работы станет обсуждение

## Заключение

С моей стороны была выполнена выпускная квалификационная работа по теме «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах».

В ходе выполнения этой работы с моей стороны было изучена различная литература, относящая к предмету «Изоляция и перенапряжения».

Для эффективного обучения этому предмету со стороны преподаватель необходимо применить такие средства, которые бы позволили бы за короткий срок усвоить трудоемкий материал. В связи с этим в выпускной работе была рассмотрены активные и интерактивные методы обучения в преподавании общеобразовательных и обще профессиональных дисциплин технического профиля.

Современный учебный процесс сложно представить без использования компьютерных учебников, справочников, тестирующих и контролирующих систем и других компьютерных средств обучения. Для использования компьютерных средств обучения и информационных технологий в нашем институте имеются необходимые условия. Хочется отметить, что в последнее время, со стороны правительства уделяется большое внимание, на компьютеризацию и внедрения информационных технологий в учебный процесс. В связи с этим с моей стороны был рассмотрен и этот вопрос и подготовлен материал (презентация) для демонстрации материалов лекционного занятия с помощью электронного проектора.

В работе был произведен научно – методический анализ темы: «Виды молниеотводов применяющих в энергосистемах». Подробно освещено содержание лекционного материала, материалы которого были взяты из различных источников: учебники, интернет и научно-популярная литература.

Так же в выпускной работе была дана характеристика предмету и теме, указана методическое и техническое обеспечение темы, даны методические рекомендации по проведению лекционного занятия и лабораторной работы.

Практической стороной данной работы является технологическая карта, для проведение в ВУЗах лекционного занятия, с применением компьютерных средств обучения, а так же методические указания по проведению лабораторного занятия по данной теме.

В работе сделано заключение о том, что если при обучении данной темы будет применены интерактивные методы преподавания то она повысит

эффективность занятия и послужит для крепкого усвоения материала, повысить усвояемость среди учащихся.

Кроме этого в разделе безопасность жизнедеятельности были рассмотрены и изучены вопросы \_\_\_\_\_

---

При подготовке выпускной работы мною была использована научно-методическая и учебная литература, различные статьи и материалы из интернет.

В заключении хочу сказать, что если при проведении всех учебных занятий в ВУЗах республики использовать интерактивные методы обучения, применять современные и компьютерные технологии то эффективность обучения поднимется на более высокий уровень и послужит повышению качество образования.

В процессе подготовки этой работы я еще более укрепил знания полученные в стенах института, получил навыки по разработке технологических карт, использования на занятиях компьютерных технологий, подготовки к ним электронного материала. Выражаю уверенность, что в дальнейшем полученные мною знания, умения и навыки в области педагогической деятельности использую для подготовки хороших специалистов в области энергетики.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Базуткин В.В. и др. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах / Под общ. ред. В.П.Ларионова. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Техника высоких напряжений / Под общ. ред. Д.В.Разевига. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1976.
3. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения /Н.М.Адоньев, В.В.Афанасьев, И.М.Бортник и др.; Под ред. В.В.Афанасьева. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987.
4. Техника высоких напряжений /Г.Н.Александров,К.П.Кодомская, В.Л.Иванов и др / Под общ. ред. М.В.Костенко. –Высшая школа, 2006.
- 5.Электротехнический справочник: Т.3.Производство,передача и распределение электрической энергии./ Под общ.ред. профессоров МЭИ.-М., :Издательство МЭИ 2004.

## Дополнительная

6. Ларионов В.П. Основы молниезащиты / Под ред. И.М.Бортника. М.: Знак, 1999.
- 7.Техника высоких напряжений: теоретические и практические основы применения: Пер. с нем./ М.Бейер, В.Бёк, К.Мёллер, В.Цаенгль; Под ред. В.П.Ларионова. М.: Энергоатомиздат, 1989.
8. Долгинов А.И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике. М.: Энергия, 1968.
9. Ута кучланиш ва изоляция фанидан маъруза матнлари-/С.Д.Хайдаров/ - Тошкент ., ТошДТУ, 2001.