

# ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СТАНДАРТОВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ, ЗАЗЕМЛЕНИЯ, ЭМС

Шишигин С.Л.

ctod28@yandex.ru

Вологодский государственный университет,

ООО «ЗУМ» [www.zym-emc.ru](http://www.zym-emc.ru)

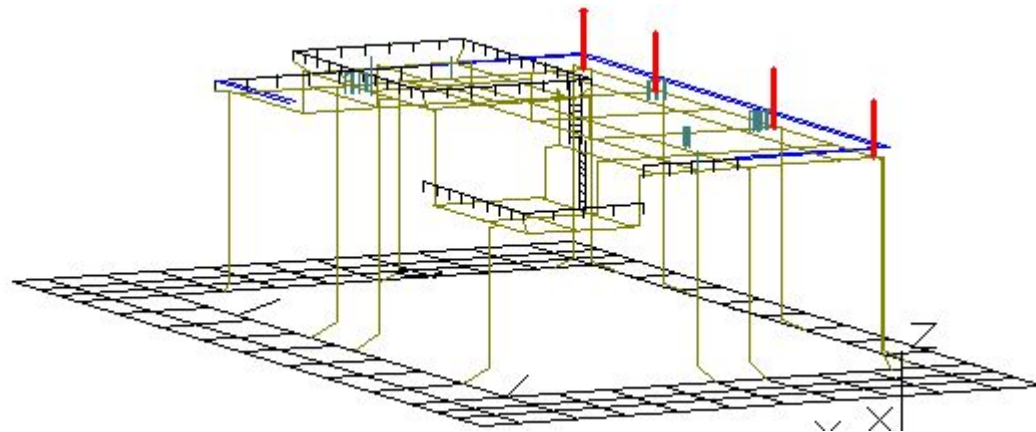
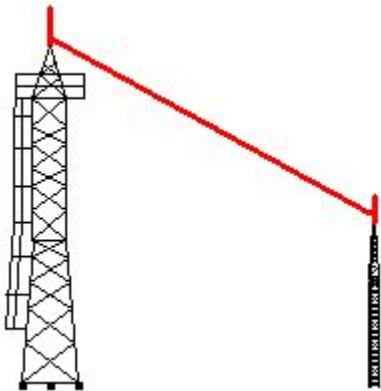
# 1. О способах построения зон защиты

## РОССИЙСКИЕ НОРМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ. МЕТОД ЗАЩИТНОГО УГЛА

ОСНОВНЫЕ	ВЕДОМСТВЕННЫЕ	ВОЕННЫЕ
РД 34.21.122-87 (РД) СО-153-34.21.122-03 (СО)	РД 91020.00-КТН-021-11 «Транснефть» СТО Газпром 2-1.11-170-2007	ВСП 22-020-07 МО/РФ (ВСП)
Эксперименты А.А. Акопяна, статистический метод Э.М. Базеляна	Дублируют РД и СО в части определения зон защиты	исследования в длинных искровых промежутках под руководством В.М. Куприенко

Достоинства: Адекватны для одиночных и двойных молниеотводов

Недостатки: Сложно применить для многократных, нестандартных молниеотводов и зданий. Отсутствие ПО для нестандартных задач.



# Международный стандарт молниезащиты МЭК 62305. Метод катящейся сферы

**Достоинство:** Универсальность. Решает все задачи.

## НЕДОСТАТКИ (ОГРАНИЧЕНИЯ)

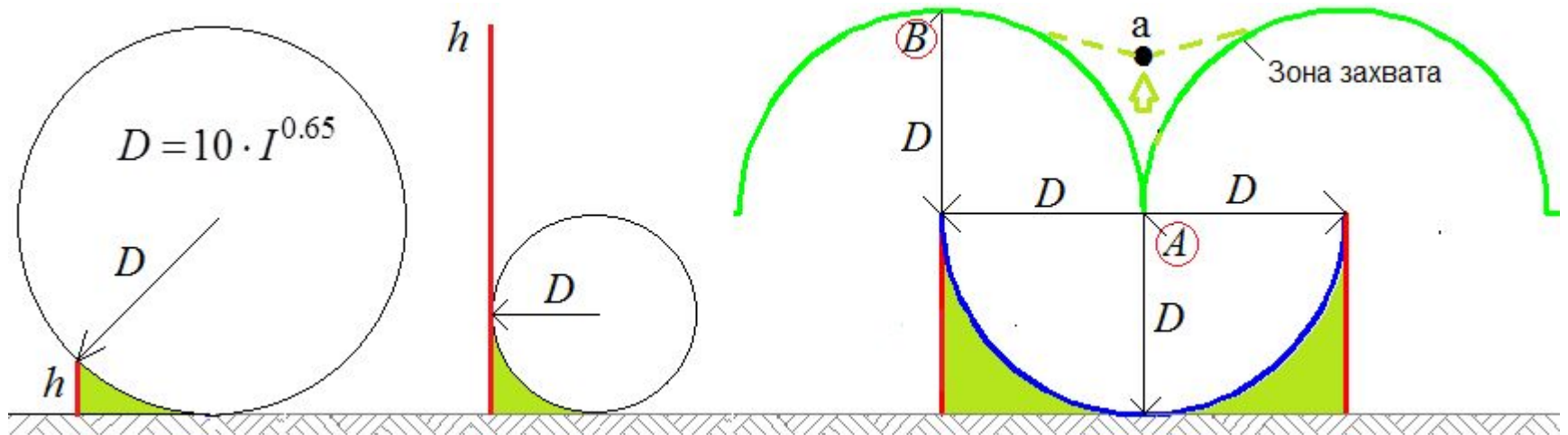
Невысокий  
молниеотвод

( $h \ll D$ ) имеет  
избыточную зону  
защиты

Высокий  
молниеотвод

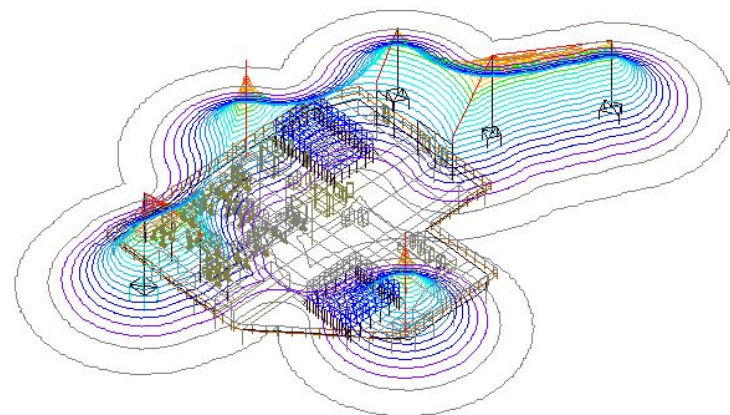
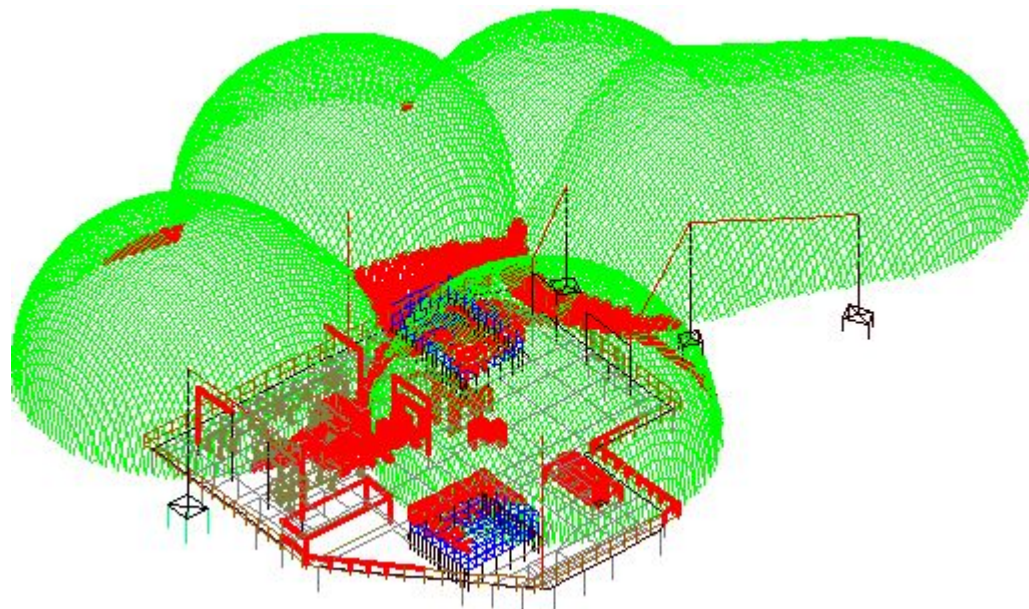
( $h > D$ ) имеет  
заниженную зону  
защиты

Двойной и многократный молниеотвод  
не учитывает взаимное влияние,  
поэтому имеют заниженную зону защиты



# Предложение 1.

- Очертить область применимости МКС в электроэнергетике.
- Рассматривать МКС (с некоторыми уточнениями) как то программное обеспечение, которое предполагалось создать (но не было создано) в СО для решения нестандартных задач.
- Российским стандартам рекомендовать МКС в задачах, где их применение невозможно.



Зона захвата с выделением областей прорыва молнии – основа визуализации надежности молниезащиты. Построение зон защиты необязательно.

## 2. О зоне защиты тройного

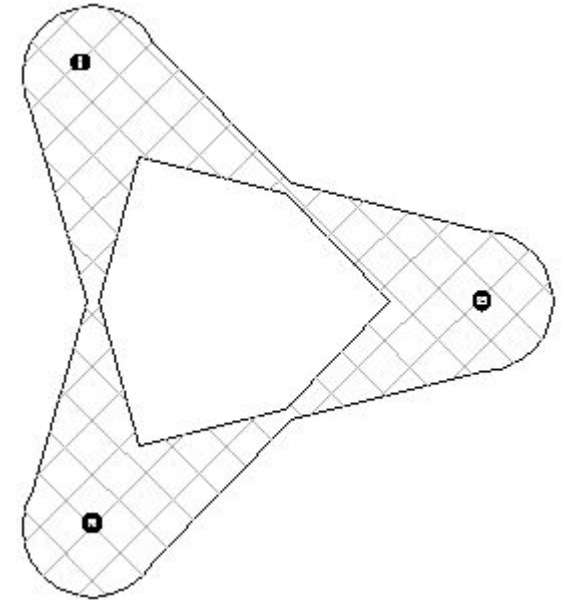
### МОЛНИЕОТВОДА

**Проблема.** Дыры внутри зоны защиты тройного и многократного молниеотвода.

По **РД** дыра – погрешность построений (при замкнутом внешнем контуре).

По **СО** дыра – незащищенное место.

По **ВСП** с увеличением числа молниеотводов внутренний защитный угол заметно увеличивается, т. е. незащищенная (по СО) внутренняя зона сужается или исчезает (как в РД).

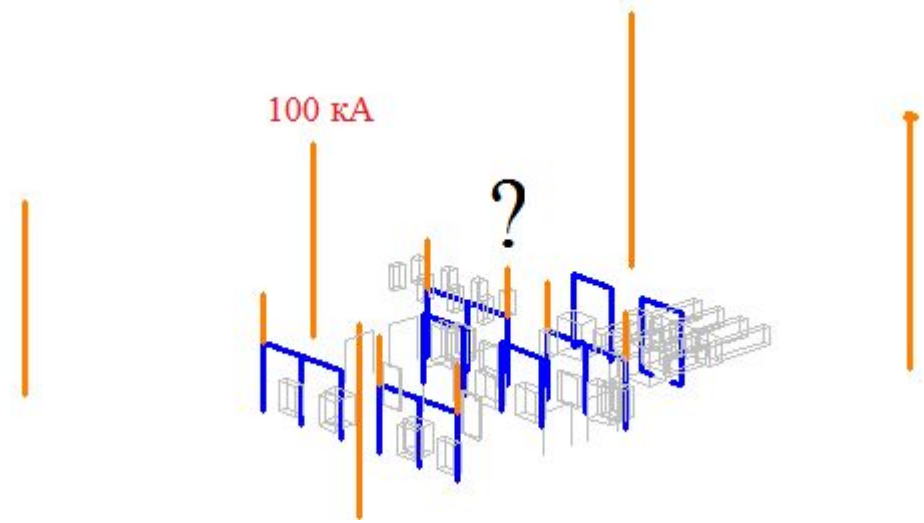


### Предложение 2.

- В новой редакции норм молниезащиты указать применимость (или нет) правила РД по внутренней зоне защиты многократного молниеотвода.
- Рассматривать многократный молниеотвод как совокупность тройных молниеотводов.
- Экспериментально определить внутренние защитные углы произвольного тройного молниеотвода

# 3. О величине тока молнии в задачах ЭМС

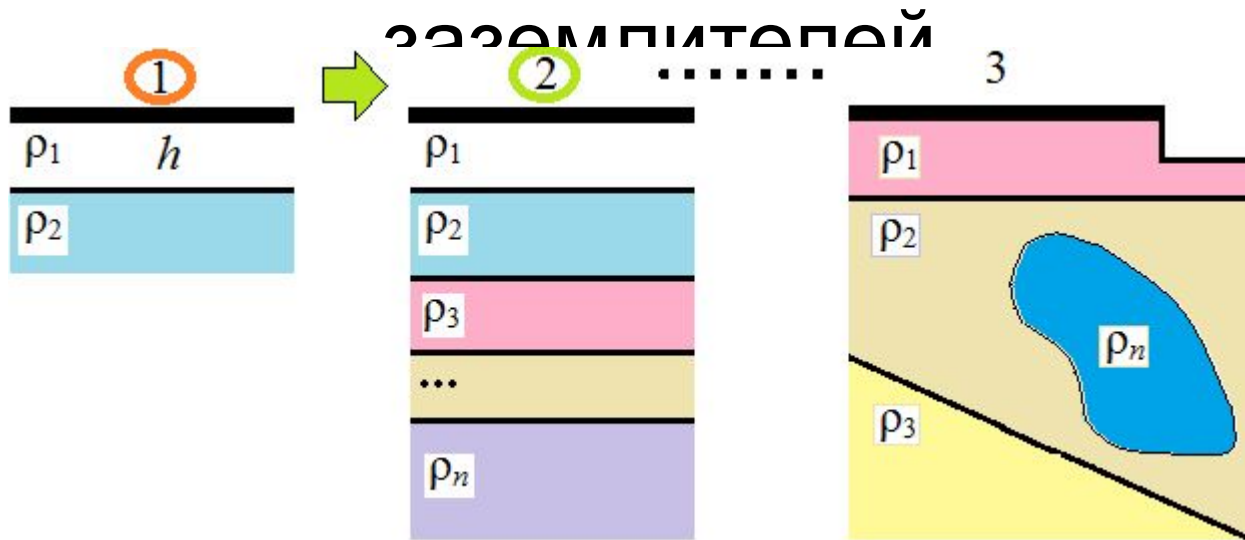
- Амплитуда первого импульса тока молнии (10/350 мкс) в задачах ЭМС принимается равной 100 кА и более.
- На ПС молниеотводы на порталах, зданиях экранируются молниеотводами, расположенными по периметру объекта. В них может ударить молния только с меньшим током.



**Проблема:** моделируя удар молнии с завышенным током во внутренние молниеотводы, получаем избыточные, затратные технические решения задач ЭМС, связанные с ограничением кондуктивных и электромагнитных помех.

**Предложение 3.** Амплитуда тока молнии каждого молниеотвода в задачах ЭМС определять с учетом экранирующего действия других молниеотводов. Для этого применять МКС, где установлена связь между током молнии и радиусом катящейся сферы, или методы имитационного моделирования.

## 4. О модели земли при расчете



- ВЭЗ обычно дает не менее 3-4 слоев плюс слой сезонных изменений.
- Модель многослойной земли (применительно к заземлителям) разработана еще в 80-х годах прошлого века (А.Б. Ослон, В.В. Бургсдорф и др.)

**Проблема:** Двухслойная модель остается стандартом и сегодня.

Многослойная земля приводится к двухслойной земле с потерей точности.

**Предложение.** Исключить упрощение модели земли, полученной в результате ВЭЗ. Многослойная горизонтально-слоистая модель земли должна заменить двухслойную модель.

# 5. К расчету кондуктивных помех контрольного кабеля

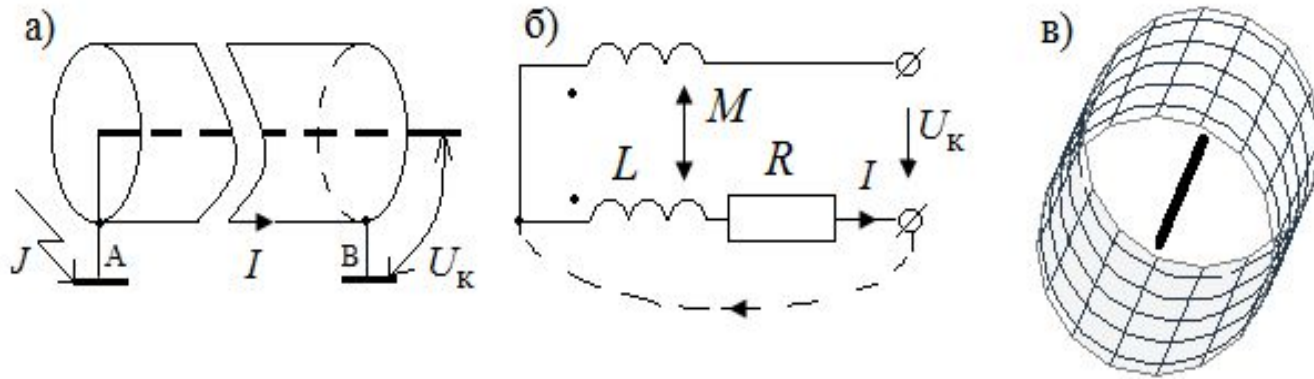


Рис.1. Кабель: Физическая модель (а), *RL*-схема замещения (б), 3D-модель (в)

**Действующая методика:** По напряжению и коэффициенту экранирования  $k$

$$U_k = U / k, \quad k=6-10.$$

**Предложение 5.** (подробности в отдельном докладе)

- ***RL*-модель кабеля** при первом импульсе тока молнии: по току и передаточному сопротивлению жила-экран ( $M=L$ )

$$U_k = R_0 l \cdot I,$$

где  $R_0 = 17.8$  мОм/м при сечении  $1 \text{ мм}^2$  по меди.

- **3D-модель кабеля** для второго импульса молнии ( $f=1$  МГц) и ВЧ составляющей тока КЗ.



## 6. К расчету нагрева экрана контрольного кабеля

**Действующая методика:** По напряжению экрана, для уединенного кабеля

С.В. Нестеров

$$\theta_f = \sqrt{(\theta_i + \beta)^2 + \frac{2U^2\tau \cdot (\beta + 20)}{\varepsilon(\tau)^2 L^2 \sigma \cdot \rho_{20}}} - \beta$$

СТО 56947007-29.130.15.114-2012

$$\Delta\theta = 7(U / L)^{1.5} \sqrt{\tau}$$

**Предложение 6.** (подробности в отдельном докладе)

- Вернуться к расчету нагрева по току экрана
- Использовать формулу ГОСТ 28895-91 (МЭК 949-88) в шаговом алгоритме
- Учитывать вносимое сопротивление соседних проводников, что снижает ток и нагрев экрана
- Из расчетных выражений проектировщик должен понимать, что снижать надо ток, а не напряжение экрана (как следует из действующих стандартов)

# 7. О компьютерных программах в задачах ЭМС

Российские программы:

- ООО «ЭЛНАП» (далее С.Р. Петров)
- ООО «ЭЗОП»
- ООО «С-soft»
- НГТУ (С.В. Нестеров)
- ООО «ЗУМ»
- прочие

Требования СТО 56947007-29.130.15.114-2012:

1. Регистрация в Роспатенте РФ
2. Функциональность (расчет нормируемых параметров)
3. Решение тестовых задач с погрешностью не более 5%

**Предложение 7.** Разработать набор тестовых задач, решение которых подтверждает достоверность (точность) ПО и демонстрирует его функциональные возможности

**Спасибо за внимание**