



**Эдуард Базелян**, д.т.н., профессор, руководитель лаборатории моделирования электрофизических процессов Энергетического института им. Г.М. Кржижановского

## МОЛНИЕЗАЩИТА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП В СИСТЕМАХ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Ровный теплый свет, загорающийся без задержек, снижение платы за освещение на порядок, замена раз в десять лет – эти преимущества светодиодных ламп пришлись как нельзя кстати в квартирах, коттеджах и офисах. Достоинства этих ламп еще заметнее в сетях уличного освещения. Здесь особенно важна долговечность светодиодов. Десятки тысяч часов безотказной работы ламп дорогого стоят, если эти лампы располагаются высоко на опоре и для их замены нужна специальная вышка.

Однако для специалиста по молниезащите применение светодиодных ламп в сети уличного освещения – повод для беспокойства.

Светодиодная лампа относится к разряду микроэлектронной техники: в ее баллоне размещена цепочка светодиодов и миниатюрный преобразователь напряжения со стабилизатором для их питания постоянным током (его почему-то называют драйвером). Последний черпает энергию из сети 220 В. Налицо обычный набор микроэлектронных элементов, которые контактируют с наружной сетью 380/220 В, а потому нуждаются в защите от грозовых воздействий.

### АНАЛИЗ СИТУАЦИИ

Если в доме установлены правильно выбранные УЗИП, они защитят и светодиодные лампы. Положение с уличным освещением заметно хуже. Рассмотрим самую неблагоприятную ситуацию.

По улице идет линия 380/220 В с голыми проводами традиционного исполнения. Три фазных и нулевой провод размещены на расстоянии около 0,5 м друг от друга. Примерно так же размещены и провода уличного освещения, а лампы смонтированы непосредственно на линейной опоре, как правило, железобетонной. Удар молнии в такую опору наверняка перекроет изоляционные воздушные промежутки между проводами и выведет из строя драйвер светодиодной лампы. УЗИП, установленное на выходе питающего ВЛ трансформатора, не защитит, т. к. может находиться на расстоянии сотен метров.

Ток в канале молнии возбуждает магнитное поле, которое наводит ЭДС магнитной индукции между проводами ВЛ, величину которой можно приблизительно оценить следующим образом:

$$U_M \approx \frac{\mu_0 A_1 d}{2\pi} \ln \frac{l}{r_0},$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнитная проницаемость вакуума,  $d$  – среднее расстояние между проводами ВЛ,  $l$  – длина пролета до следующего светильника,  $r_0$  – усредненный радиус металлической арматуры опоры.

Оценка для средней по силе молнии с током 30 кА и средней крутизны фронта  $A_1 = 6 \cdot 10^9$  А/с не обнадеживает. При длине пролета  $l = 40$  м и  $r_0 = 0,1$  м амплитуда электромагнитной наводки составит около 3,5 кВ. При столь высоком напряжении у светодиодных ламп на соседних опорах нет шансов уцелеть.

Добавим, что нормированная крутизна фронта импульса тока молнии даже для III уровня защиты по существующим нормативным документам должна приниматься равной  $10^{11}$  А/с. Неудивительно, что согласно опыту эксплуатации

прямой удар молнии в ВЛ выводит из строя не одну светодиодную лампу, а сразу несколько.

Чтобы оценить возможные потери, можно сделать оценку для ламп МКАД длиной  $l \approx 109$  км. При высоте опор ламп в 8 м радиус стягивания молний с двух сторон составит  $R \approx 8 \cdot 6 = 48$  м, а полная площадь стягивания составит:

$$S \approx Rl \approx 0,048 \cdot 109 \approx 5,2 \text{ км.}$$

Это значит, что за грозовой сезон лампы испытают воздействие не менее 15 прямых ударов молнии. При этом нельзя сбрасывать со счетов удары молнии даже на расстоянии более 100 м. В зарубежной литературе можно найти осторожные оценки устойчивости светодиодных ламп к воздействию электромагнитного поля удаленных молний. Есть данные, что у ламп, сохранивших работоспособность после воздействия грозовых перенапряжений, снижается световая отдача и заметно сокращается срок службы светодиодов.

### ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

Применение кабеля для подземной подачи электропитания к светодиодным лампам в сетях уличного освещения – рациональный шаг. Экранированный кабель был бы для этой цели оптимальным вариантом, если бы не его высокая стоимость. Кабель с пластиковой оболочкой много дешевле, но взаимодействия с током молнии может не выдержать.

Удар молнии с током  $I_M$  в опору лампы, соседнее дерево или просто в землю создает в грунте с удельным сопротивлением  $\rho$  электрическое поле, потенциал которого на расстоянии  $r$  от точки удара в однородном грунте поднимется до величины:

$$U_{gr} = \frac{\rho I_M}{2\pi r}.$$

Этой же степени достигнет потенциал фундамента опор ламп и их металлоконструкций. Так, при токе молнии 100 кА (расчетный ток для III уровня молниезащиты) в среднем по качеству грунте с  $\rho = 200$  Ом·м потенциал опоры, удаленной от точки удара на 100 м, поднимется примерно до 30 кВ. Вряд ли его выдержит изоляция сети 220 В.

Распространение от места удара молнии скользящих искровых каналов вдоль поверхности грунта еще опаснее. Примером могут служить подземные кабели связи, которые тянулись раньше на тысячи километров. Металлическая оболочка и пластиковая защита от коррозии не спасали их от механического разрушения из-за электрогидравлического воздействия и КЗ между жилами в месте контакта с искровым каналом. Кроме того, ток молнии, доставленный искровым каналом, входил в оболочку подземного кабеля и распространялся по ней на несколько километров, создавая перенапряжение на изоляции жил. Его величину можно приблизительно оценить сверху как:

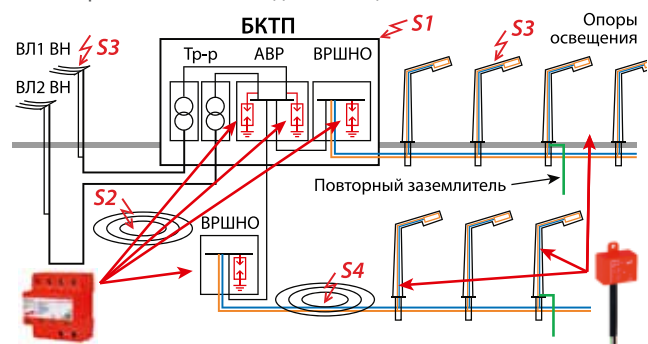
$$U \approx R_0 I_M,$$

где  $l$  – длина кабеля с погонным сопротивлением оболочки  $R_0$ . Например, при  $R_0 = 5 \cdot 10^{-4}$  Ом/м (алюминиевая оболочка радиусом около 10 мм и толщиной 1 мм) ток в 100 кА приведет к перенапряжению около 50 кВ. Его не выдержит изоляция кабеля.



Воздействие молнии на светодиодные лампы и схема расстановки УЗИП для их защиты

Рис. 1



- |  |  |
|--|--|
| БКТП – блочная комплектная трансформаторная подстанция;    | S1 – удар в здание (в БРТП/БКТП);                    |
| ВРШНО – вводно-распределительный шкаф наружного освещения; | S2 – удар вблизи здания;                             |
| АВР – автоматический ввод резерва;                         | S3 – удар в коммуникации, связанные со зданием;      |
| Тр-р – трансформатор;                                      | S4 – удар вблизи коммуникаций, связанных со зданием. |

Малогабаритное УЗИП класса II для защиты светодиодных ламп DEHNcord



Фото 1

### УЗИП для защиты светодиодных ламп

После сказанного выше трудно сомневаться в целесообразности использования УЗИП для защиты светодиодных ламп. Его установка на выводах вторичной обмотки питающего трансформатора защитит ее от перенапряжений, набегающих по подземному кабелю, но не сможет защитить светодиодные лампы, размещенные вдоль кабеля с шагом 30–50 м. Для безопасности ламп УЗИП придется установить на каждой опоре (рис. 1).

На вводах питания со стороны низкого напряжения непосредственно в КТП (рис. 1) могут быть установлены УЗИП класса I+II DEHNshield TNS 255 FM, разработанные компанией DEHN + SÖHNE. Они защитят низковольтный трансформатор от тока молнии (варианты S1–S4 на рис. 1), в т. ч. при прямом ударе молнии в ВЛ, питающую ПС, и в ее металлический шкаф.

УЗИП того же типа можно применить и для защиты электронной аппаратуры управления освещением, которая также размещается в наружном металлическом шкафу и чувствительна к грозовым перенапряжениям.

Требования к УЗИП для защиты самих светодиодных ламп особо жесткие. Кроме надежности и эффективности, они должны отличаться достаточно низкой стоимостью и минимально возможными габаритами. Иначе трудно будет обеспечить монтаж УЗИП на каждой опоре. Местом установки УЗИП на металлической опоре может служить монтажный лючок в ее основании. На железобетонных опорах УЗИП целесообразно разместить прямо перед лампой (в идеале – в ее корпусе). Одно из УЗИП, подходящих для этой цели, – УЗИП DEHNcord L 2P 275 SO IP (арт. 900 448, фото 1) производства DEHN, которое безупречно при ограничении индуцированных перенапряжений, но при ударе в опору лампы (S3 на рис. 1) может быть повреждено молнией с сильным током. Принципиально важно, что лампа при этом не пострадает, потому что сеть ее питания будет автоматически прервана. Чтобы восстановить ее работу, достаточно заменить УЗИП.



## DEHNcord защищает светодиодные системы уличного освещения

Photo: OSRAM GmbH

Очень компактное УЗИП класса II.

Применяется для защиты от импульсных перенапряжений светодиодных ламп уличного и внутреннего освещения.



- Многополюсное УЗИП класса II с устройством контроля состояния и размыкателем;
- При неисправности УЗИП защищаемая светодиодная лампа будет отключена;
- Защита управляющей фазы;
- Высокая пропускная способность;
- Двойная визуальная индикация неисправности УЗИП по линии питания и по управляющей фазе;
- Версия LTG адаптированная для установки в блок предохранителей;
- Версия IP разработана для подключения к любому блоку предохранителей, возможна установка непосредственно в конструкции осветительного столба.

**DEHN защищает**  
Молниезащита, защита от импульсных перенапряжений, средства электрозащиты

**ООО «ДЕН РУС»**  
109428, Москва, Рязанский пр., д. 10, стр. 18, оф. 2.9  
Тел.: +7 (495) 663-35-73, 782-23-76  
info@dehn-ru.com  
www.dehn-ru.com, молниезащита.рф