



ОАО «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР»
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «СЕВЗАПЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»

Светоограждение переходных опор ВЛ. Проблемы проектирования.

Международная научно-практическая конференция
«Умные воздушные линии: проектирование и реконструкция»
16-20 мая 2014 года, Санкт-Петербург

Данцев Алексей Игоревич Ведущий инженер отдела ВЛ
ПЦ «Севзапэнергосетьпроект» ОАО «СевЗап НТЦ»
e-mail: a_dantsev@nwec.ru Тел. (812) 449-74-18

Что такое светоограждение



- Дневная маркировка и светоограждение высотных препятствий предназначены для информации о наличии этих препятствий (РЭГА п.3.3.1.)

- При проектировании больших переходов ВЛ необходимо **получать согласование органов гражданской авиации**, по заключению которых решается вопрос о необходимости устройства светоограждения на переходных опорах.



Документы, определяющие порядок проектирования светоограждения

- **РЭГА-РФ**

Руководство по Эксплуатации Гражданских Аэродромов
(Министерство транспорта РФ департамент воздушного транспорта
1994г.)

- **ПУЭ-7**

Правила Устройства Электроустановок
(действующее издание)

- **НТП ВЛ**

Нормы технологического проектирования воздушных
линий электропередачи напряжением 35 – 750 кВ
(ОАО «СевЗап НТЦ» 2014г.)

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

УТВЕРЖДЕНО
приказом Департамента
воздушного транспорта
от 13.03.94 № ДВ-14

РУКОВОДСТВО
по эксплуатации
гражданских аэродромов
Российской Федерации
(РЭГА РФ-94)



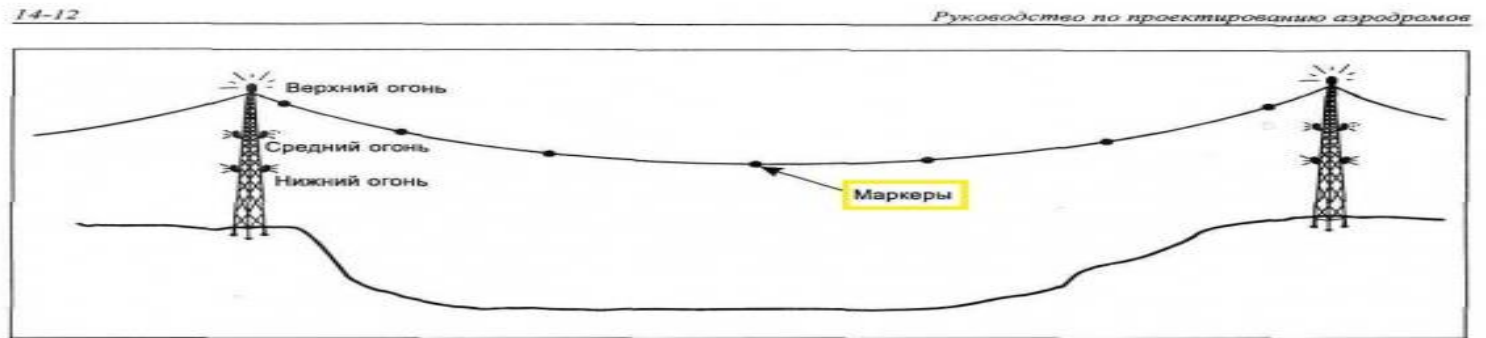
НОВОСИБИРСК 1999



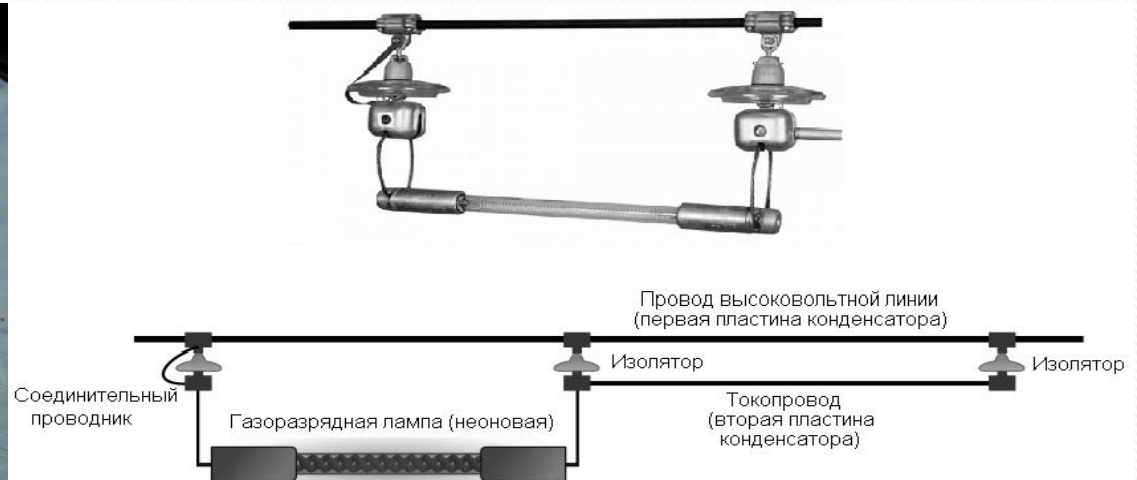
Согласование и выполнение

- Необходимость и характер маркировки и светоограждения проектируемых
зданий и сооружений (РЭГА п.3.3.7.)
опор ВЛ (ПУЭ-7 п.2.5.292.)
опор больших переходов, *проводов и грозотросов* (НТП ВЛ п.10.25.)
определяются в каждом конкретном случае соответствующими
органами гражданской авиации при согласовании
строительства.
- маркировку
объектов и сооружений (РЭГА п.3.3.6.)
и светоограждение опор ВЛ (ПУЭ-7 п.2.5.292.)
должны выполнять предприятия, а также организации, которые их
строят или эксплуатируют

Маркировка проводов и грозотросов



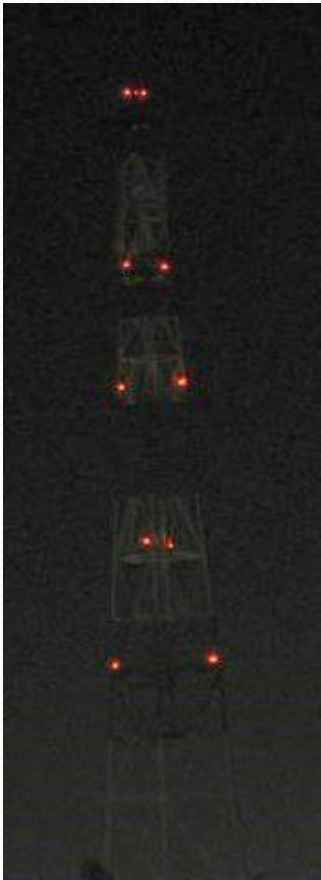
На совещании ОАО «ЦИУС ЕЭС» по вопросу светоограждения опор ВЛ от 02.10.2013г. было решено, что целесообразно применять световую маркировку проводов и шары-маркеры для грозотроса. Данное решение было отмечено в [НТП ВЛ](#)



Дневная маркировка



- **3.3.14. РЭГА:** Сооружения высотой **более 100м** маркируются от верха до основания чередующимися полосами
- **2.5.292 ПУЭ:** Опоры высотой **более 100 м** маркируются от верха до основания согласно РЭГА РФ.
- Опоры высотой **до 100 м** маркируют от верхней точки на $\frac{1}{3}$ высоты. На приаэродромной территории сверху до основания.
- **3.3.5. РЭГА:** Препятствия на расстоянии *от 4км до конца полосы воздушного подхода* высотой **50м и более**



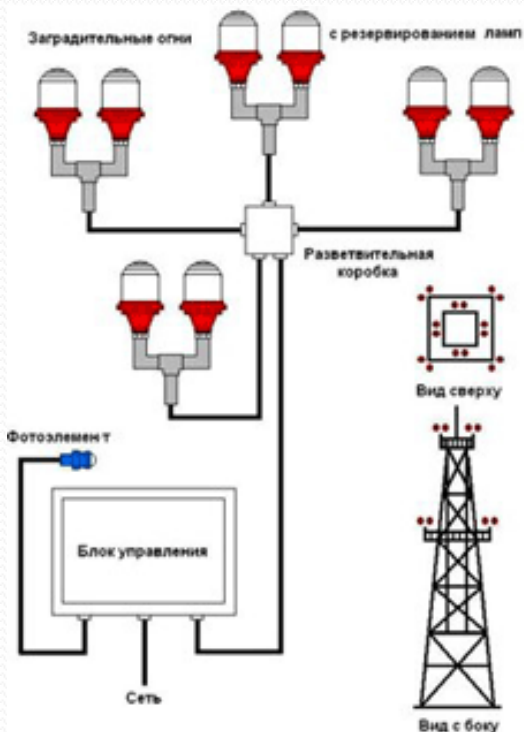
Световое ограждение

- **3.3.15. РЭГА:** Световое ограждение должно быть предусмотрено **на всех препятствиях**, указанных в пп. 3.3.2 – 3.3.14
- Препятствия на расстоянии от 4км до конца полосы воздушного подхода высотой **50м и более**
- **2.5.292. ПУЭ:** опоры ВЛ, расположенные на приаэродромной территории и на местности в пределах воздушных трасс и нарушающие или ухудшающие условия безопасности полетов, а также опоры высотой **100 м и более** должны иметь дневную маркировку и светоограждение.



Заградительные огни

- **РЭГА, ПУЭ:** Для светоограждения должны быть использованы два заградительных огня рабочий и резервный красного цвета, на самой верхней точке и ниже через каждые 45м.
- в случае достаточного удаления объекта от аэродромов допускаются огни белого цвета и работа огней в проблесковом режиме



Питание светоограждения

- РЭГА, ПУЭ, НТП ВЛ: Средства светового ограждения должны относиться к потребителям электроэнергии первой категории.
- РЭГА, ПУЭ, НТП ВЛ: Электропитание средств светоограждения опор, как правило, организовывается по отдельным ВЛ (КЛ).
- [РЭГА, ПУЭ: Линии должны быть обеспечены аварийным (резервным) питанием. Рекомендуется предусмотреть АВР.

Альтернативные способы питания

В **НТП ВЛ** внесены следующие положения:

- При значительном удалении подстанций допускается применение автономных систем питания на основе **солнечных модулей и аккумуляторных батарей**.
- Допускается применение систем питания на основе **ёмкостного отбора** мощности от фазного провода или от разземлённого грозозащитного троса **при условии защиты оборудования от грозовых перенапряжений**. Применение систем питания на основе отбора мощности от грозозащитного троса недопустимо на ОКГТ и ВЛ с плавкой гололёда на грозозащитных тросах. При необходимости резервирования оптического канала связи следует рассматривать возможность применения ОК, встроенного в фазный провод.

Питание светоограждения

```
graph TD; A[Питание светоограждения] --> B[По отдельным ВЛ (КЛ), подключенным к подстанциям]; A --> C[Отбор мощности от фазного провода]; A --> D[Емкостной отбор мощности от разземлённого грозозащитного троса]; A --> E[Автономная система на основе солнечных модулей и аккумуляторных батарей];
```

По отдельным
ВЛ (КЛ),
подключенным к
подстанциям

Отбор мощности
от фазного
провода

Емкостной отбор
мощности от
разземлённого
грозозащитного
троса

Автономная
система на основе
солнечных
модулей и
аккумуляторных
батарей

Организация питания по отдельным ВЛ (КЛ), подключенным к подстанциям

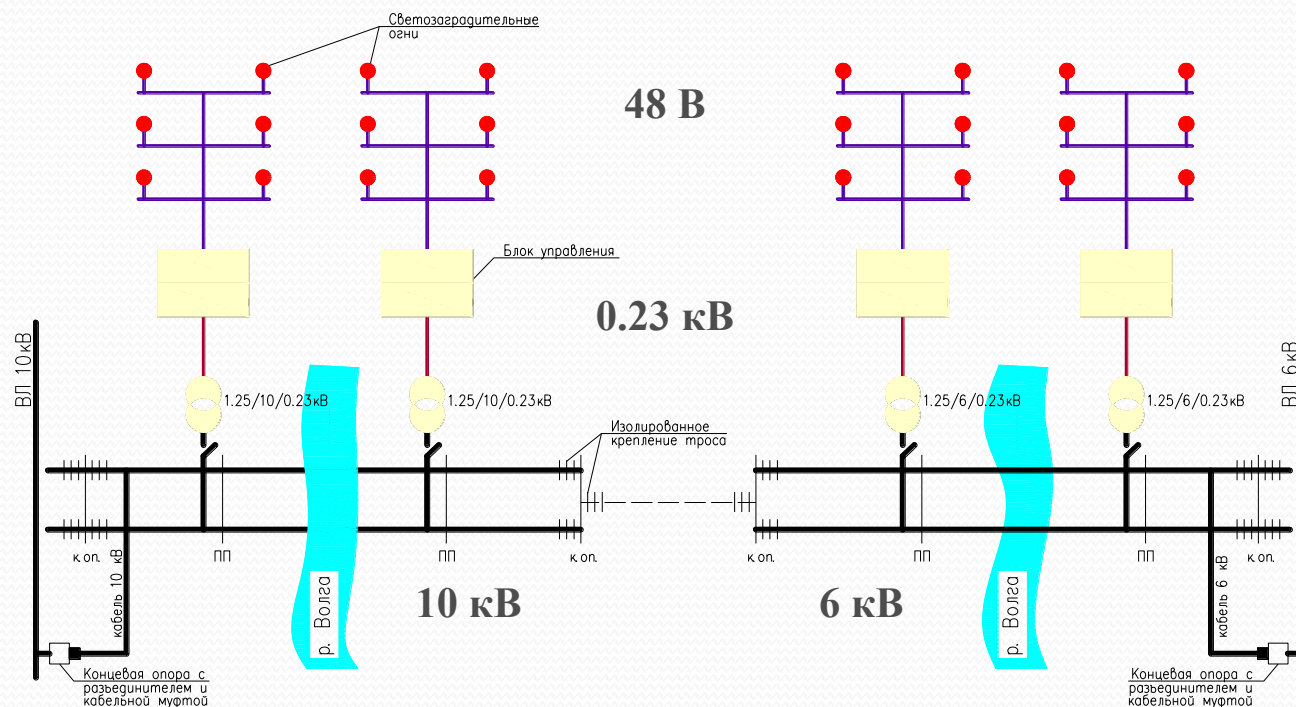
На совещании ЦИУС ЕЭС было решено:

- Электроснабжение по отдельным ВЛ (КЛ), подключённым к подстанциям, целесообразно организовывать при наличии питающих подстанций в **непосредственной близости** (не более 20км) и **отсутствии проблем землеотвода**.
Возможно устройство однофазной ВЛ (КЛ).

Примеры реализации данного способа:

- Реконструкция спецперехода ВЛ 220кВ через Волгу
г.Балаково
- Переход ВЛ 220кВ через Камское водохранилище

Реконструкция спецперехода ВЛ 220кВ через Волгу г.Балаково



Основной источник:
подключение
существующих ВЛ
к грозотросу :

- 6 кВ на левом берегу р. Волга;
- 10 кВ на правом берегу р. Волга.

Питание от трансформаторов
через блок управления.

Резервный источник:
аккумуляторная батарея.

На площадке опоры устанавливаются:

- однофазный трансформатор;
- разъединитель;
- ОПН;
- щит распределительный;
- блок управления с АВР и аккумуляторной батареей.

Аварийный режим:

- автоматический переход на аккумуляторную батарею;
- обратный переход при восстановлении питания;
- проблесковый режим горения огней.

Емкостной отбор мощности от разземлённого грозозащитного троса

- Недопустимо использовать на ОКГТ и ВЛ с плавкой гололёда, так как при разземлении ГТ невозможно использовать его в качестве канала связи или системы плавки гололеда.
- При необходимости резервирования оптического канала связи следует рассматривать возможность применения ОК, встроенного в фазный провод
- Пример: Переход ВЛ 500кВ через реки Бирюса и Чуна

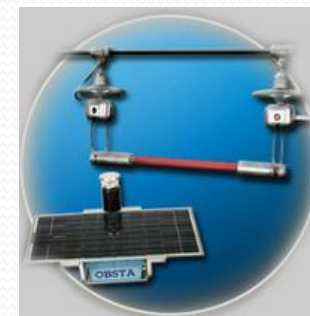
Отбор мощности от фазного провода

- На совещании ОАО ЦИУС ЕЭС также было отмечено, что: по причине частого выхода из строя таких систем при грозовых перенапряжениях следует приостановить их применение.
- Для повышения надежности систем следует применять ограничители перенапряжения (ОПН)

Автономные системы на основе солнечных модулей и аккумуляторных батарей



- Системы на основе солнечных модулей наиболее эффективны, но требуют квалифицированного применения с учётом зон интенсивности солнечной радиации



- При значительном удалении питающих подстанций рекомендуется применение автономных систем на основе солнечных модулей и аккумуляторных батарей



- Иногда дополнительно используются ветроэнергетические установки



Светоограждение переходов через реку Амур и Амурскую протоку:
ВЛ 220кВ Хабаровск-Биробиджан
ВЛ 500кВ Приморская ГРЭС- ПС Хабаровская

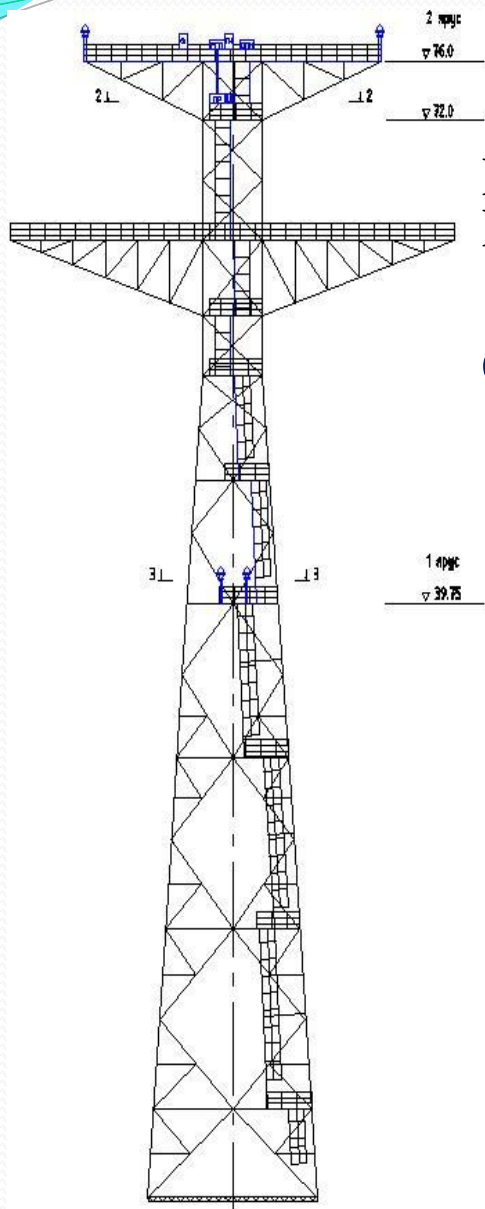


Опыт проектирования

**ВЛ 500кВ ПС Ангара – ПС Тайшет-2(Озерная)
Переход через реки Бирюса и Чуна**

Стояла задача:

- Запроектировать большой переход с опорами ПП-500-1/64 (высота 76 метров)
- По согласованию с Сибирским управлением Росаэронавигации на промежуточных переходных опорах предусмотреть светоограждение
- Питание светоограждения осуществить методом отбора мощности с резервного грозотроса со встроенным оптико - волоконным кабелем (ОКГТ)



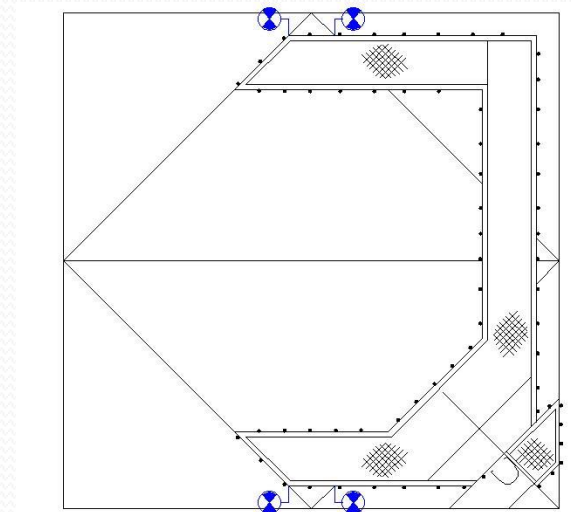
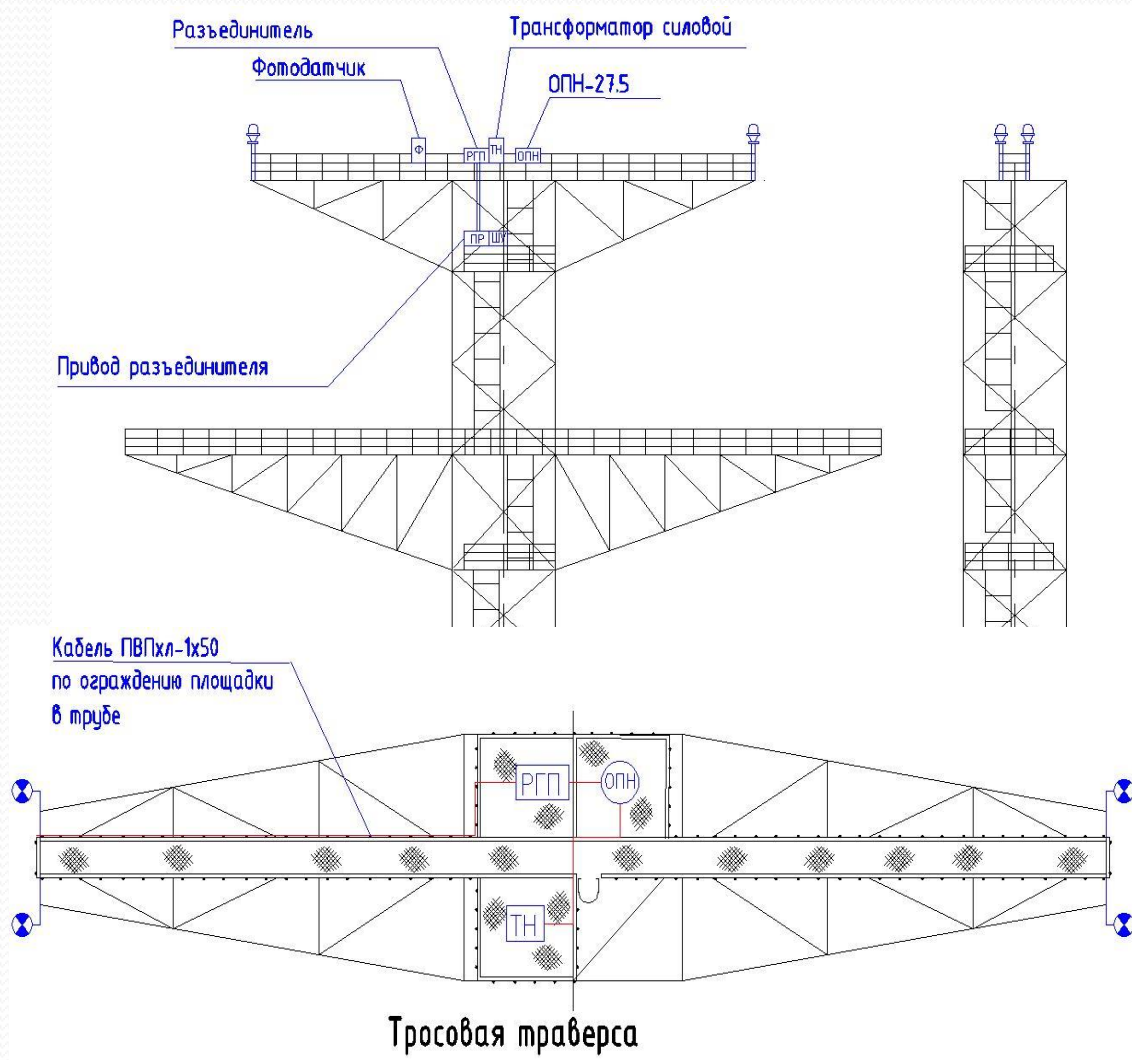
Возникшие проблемы

- Значительное удаление от перехода подстанций исключило вариант питания светоограждения по ВЛ(КЛ)
- Заказчик потребовал сохранить канал связи, используя при этом ОКГТ для отбора мощности.
- Невозможность использовать резервный ОКГТ в качестве канала связи в случае его разземления
- Сложность расчета напряжения, наведенного в ГТ
- Сложность подбора и защиты оборудования

Принятые решения

- Заказчику был предложен вариант автономной системы светоограждения на основе солнечных модулей и аккумуляторных батарей, но он настоял на методе отбора мощности с ГТ.
- Таким образом было решено резервный ОКГТ разземлить, а запас смотать в бухты, установив соединительные муфты на обоих его концах.
- Был произведен расчет величины наведенного в ГТ напряжения методом потенциальных коэффициентов, для которого были выбраны трансформатор напряжения, разъединитель, ОПН, а также сечение кабеля.
- Для управления заградительными огнями использован блок управления светоограждением с АВР, АКБ в качестве резервного источника питания и фотодатчиком.

Схема расположения оборудования



Промежуточная площадка

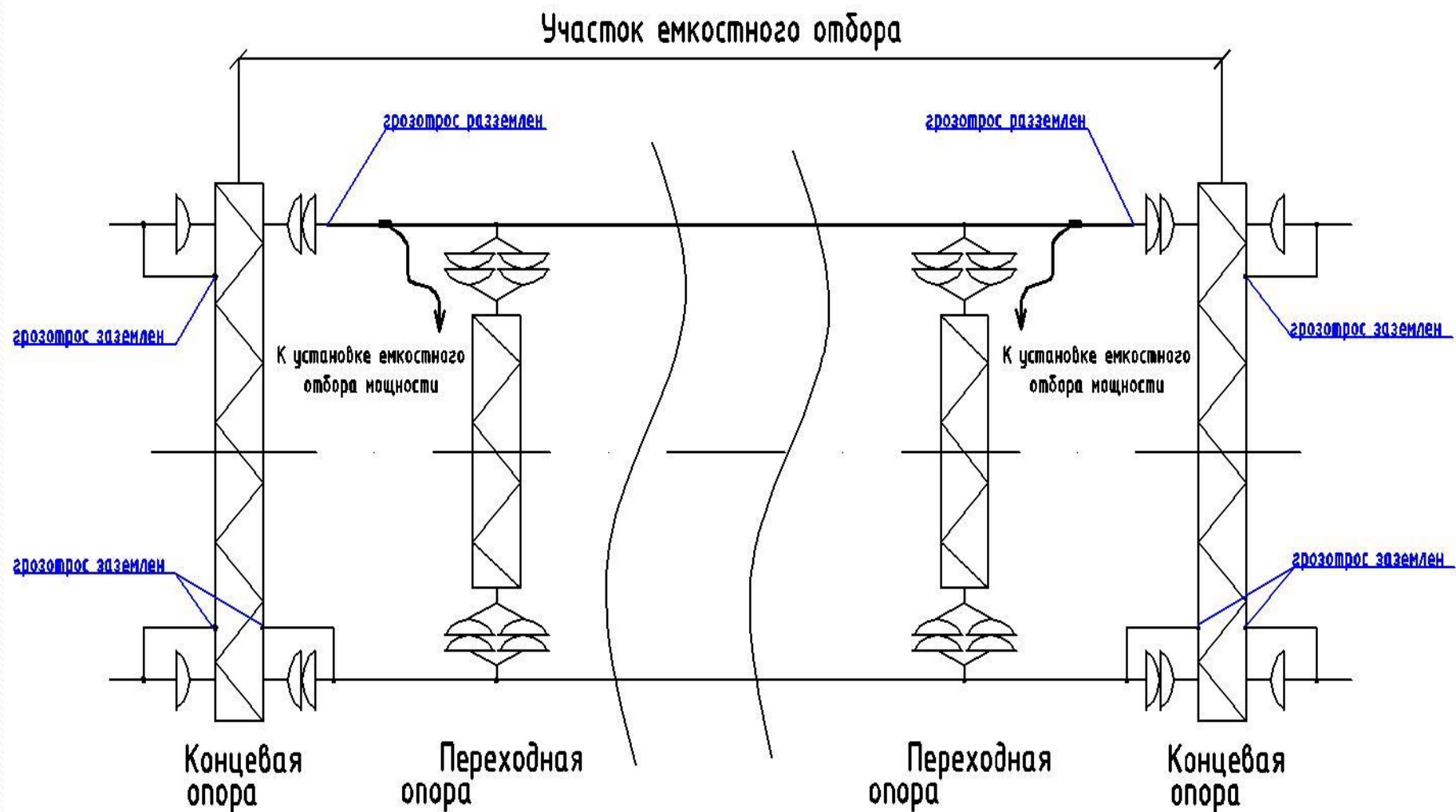
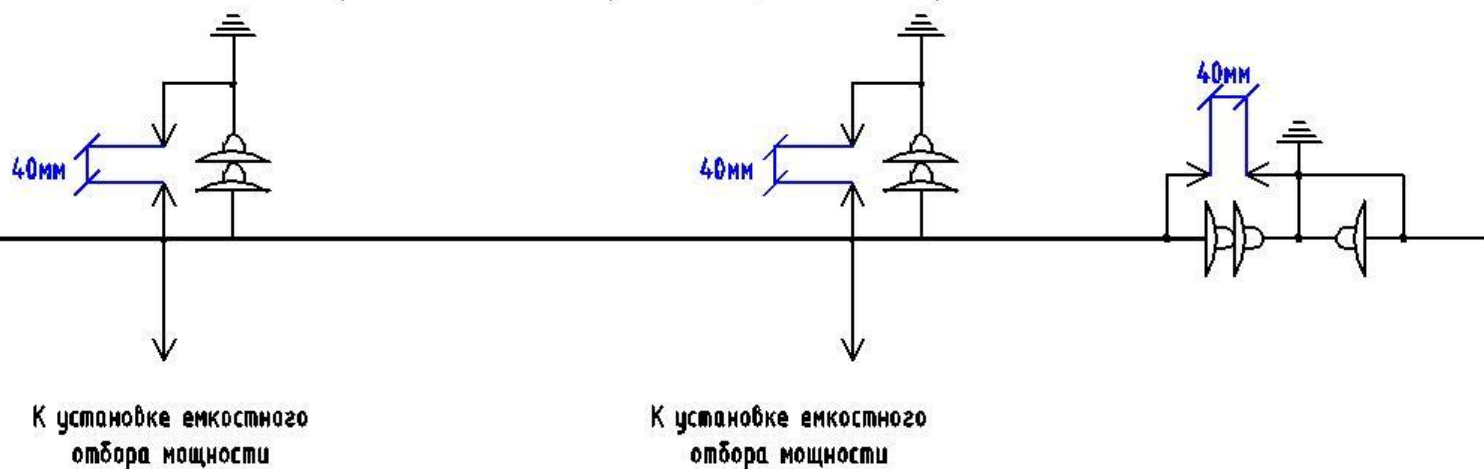
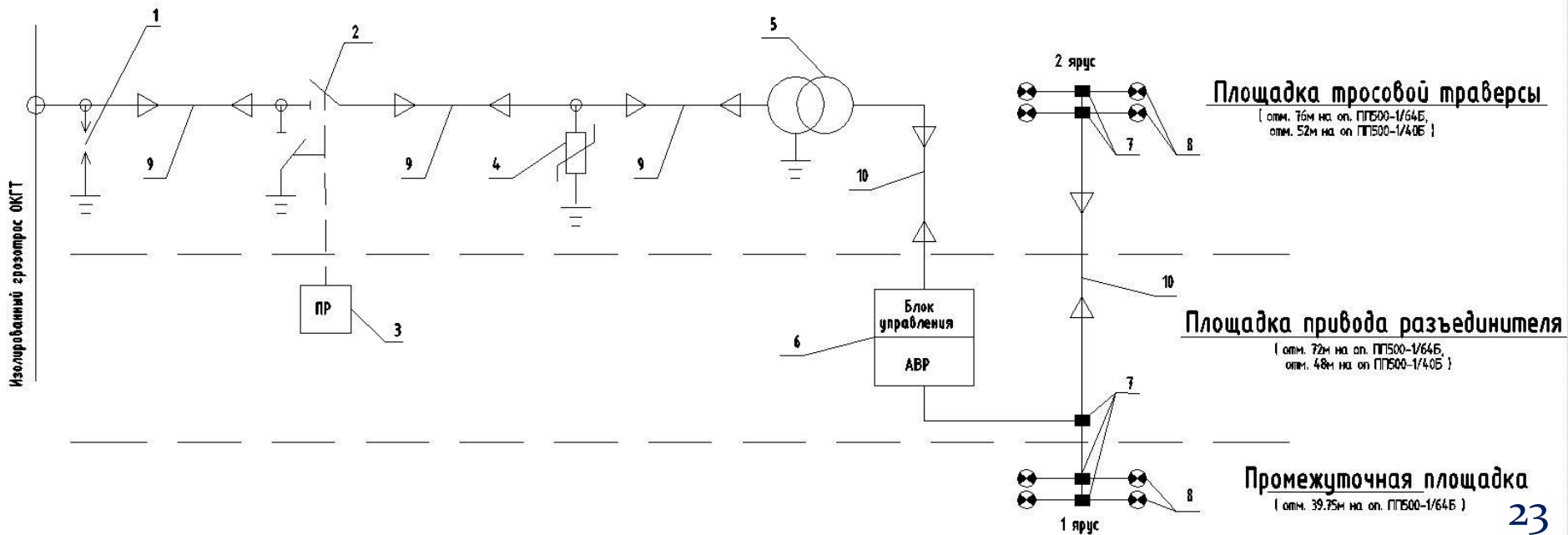


Схема разземления грозозащитного троса



Блок-схема питания светоограждения



Результаты

- Несмотря на противоречие в требованиях, было найдено решение, позволяющее использовать резервный ОКГТ в нормальном режиме работы в качестве ГТ для отбора мощности, а при необходимости - в качестве временного канала связи, переведя светоограждение на резервное питание и временно заземлив ОКГТ.
- Произведен расчет наведенного в ГТ напряжения
- Выбрано оборудование, обеспечивающее бесперебойное питание светоограждения и защита от грозových перенапряжений

ПРОТОКОЛ
совещания под руководством Заместителя Генерального директора –
главного инженера Д.Л. Ильина
по вопросу светоограждения опор больших переходов воздушных линий
электропередачи

г. Москва

02 октября 2013 г.

ПОВЕСТКА СОВЕЩАНИЯ:

1. Опыт применения систем светоограждения больших переходов воздушных линий электропередачи. Требования нормативных документов.
2. Надёжность и долговечность применяемых при сооружении больших переходов ВЛ систем светоограждения опор.

ОТМЕТИЛИ:

1. В проектной практике применяются следующие технические решения для организации светоограждения опор больших переходов:

1.1 По отдельным ВЛ (КЛ) 0,4 – 10 кВ, подключенным к подстанциям;

1.2 Отбор мощности от фазного провода (через трансформаторы напряжения ПКФ, для больших переходов ВЛ 110 – 220 кВ);

1.3 Ёмкостной отбор мощности от разземлённого грозозащитного троса.

1.4 Автономная система на основе солнечных модулей и аккумуляторных батарей (иногда дополнительно используются ветроэнергетические установки).

2. Отмечены ограничения применения вышеуказанных систем:

2.1 Организация питания по ВЛ (КЛ) 0,4 – 10 кВ нецелесообразна при удалении питающих подстанций более 20 км, сложностях землеотвода.

2.2 Реализованные системы на основе отбора мощности от фазного провода характеризуются низкой надёжностью и выходят из строя при грозовых перенапряжениях.

2.3 Системы ёмкостного отбора мощности не работают, если фактическая передаваемая мощность существенно ниже проектной.

2.4 Системы на основе солнечных модулей наиболее эффективны, но требуют квалифицированного применения с учётом зон интенсивности солнечной радиации.

3. Необходимость учёта требований нормативных документов ПУЭ 7 издания (п.2.5.292, 1.2.19), Руководства по эксплуатации гражданских аэродромов РФ (РЭГА РФ п.3.3.7).

4. Целесообразность подсветки навигационных знаков, световой маркировки проводов, применения шаров-маркеров для грозозащитного троса.

5. Необходимость обобщения и систематизации опыта применения различных систем светоограждения.

РЕШИЛИ:

6. Электропитание средств светоограждения опор ВЛ в районах аэродромов, глиссал воздушных судов следует организовывать по I категории электроснабжения по отдельным ВЛ (КЛ) 0,4 – 10 кВ, подключённым к подстанциям (п.3.3.29, 3.3.30 РЭГА РФ).
7. Электроснабжение по отдельным ВЛ (КЛ) 0,4 – 10 кВ, подключённым к подстанциям, целесообразно организовывать при наличии питающих подстанций в непосредственной близости и отсутствии проблем землсотода. Возможно устройство однофазной ВЛ (КЛ).
8. Приостановить применение систем светоограждения на основе отбора мощности от фазного провода через трансформаторы напряжения НКФ. Возобновление применения таких систем возможно по результатам анализа причин отказов и разработки эффективных мероприятий, повышающих надёжность их работы.
9. Для принятия решения о дальнейшем использовании систем ёмкостного отбора мощности от разземлённого грозозащитного троса изучить и проанализировать имеющийся опыт их применения. Недопустимость использования таких систем на ОКГТ и ВЛ с плавкой гололёда на грозозащитных тросах. При необходимости резервирования оптического канала связи на большом переходе следует рассматривать возможность применения ОК, встроенного в фазный провод.
10. При значительном удалении питающих подстанций рекомендуемым методом организации электропитания светоограждения считать применение автономных систем на основе солнечных модулей и аккумуляторных батарей.

11. При проектировании новых и реконструкции действующих больших переходов рекомендуется рассматривать возможность применения световой маркировки проводов, применения шаров-маркеров для грозозащитного троса. Применение конкретных технических средств, способ установки, количество и места установки должны быть обоснованы проектом.

12. ОАО «СевЗапНТЦ» (Качановская Л.И.), ОАО «ЦИУС ЕЭС» (Кузьмин А.В.):
12.1 Подготовить предложения по внесению требований к системам светоограждения в Нормы технологического проектирования ВЛ.

Срок: 25.10.2013 г.

13. 12.2 Изучить имеющийся международный опыт по установке маркировочных шаров на грозотросах и ламп световой маркировки на проводах.

14. ОАО «ФСК ЕЭС» (Загоскин Р.И.): Получить от филиалов ОАО «ФСК ЕЭС» МЭС информацию по действующим системам светоограждения с целью изучения и систематизации опыта их применения.

Срок: 25.10.2013.

15. ОАО «ФСК ЕЭС» (Загоскин Р.И.), ОАО «ЦИУС ЕЭС» (Ильин Д.Л., Кузьмин А.В.) по результатам анализа имеющегося опыта проектирования подготовить информационное письмо ОАО «ФСК ЕЭС» по вопросам электропитания систем светоограждения.

Срок: 12.12.2013 г.