



РОССЕТИ  
ЮГ

# ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНТЕНСИВНОСТИ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЯ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ РОССЕТИ ЮГ

Гончаров Павел Викторович

Заместитель генерального директора по техническим вопросам – главный инженер Россети Юг

декабрь 2019

Гололедно-изморозевые отложения (ГИО) с воздействием ветровых нагрузок, являются основной причиной технологических нарушений на воздушных линиях электропередачи, всех классов напряжения, связанных с изломами и падением опор, также обрывами проводов и грозозащитных тросов.



Количество отказов ВЛ при гололеде в % от общего количества отказов ВЛ по всем причинам\*

Напряжение, кВ	35	110	150	220
% от общего количества	8,1	5,2	7,1	4,3



Каждое отключение является не только перерывом электроснабжения, но и снижением показателя надежности электроснабжения потребителей электроэнергии (SAIFI)

\*- данные института «Энергосетьпроект»



РОССЕТИ  
ЮГ

# ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВЫХ АВАРИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ РОССЕТИ ЮГ

Отсутствие в достаточном объеме технической возможности сборки традиционных схем плавки гололеда на фазных проводах и грозозащитных тросах ВЛ переменным током по причинам:

- Различные сечения и марки проводов;
- Наличие кабельных вставок малых сечений;
- Недостаточная мощность силовых трансформаторов на питающих ПС;
- Недостаточные (малые) длины ВЛ;
- Недостаточный объем современного оборудования системы раннего обнаружения гололедообразования (СРОГ)





## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЯ В ПАО «МРСК ЮГА»

По состоянию на 01 декабря 2019 г. на ВЛ 35-110 кВ распределительного электросетевого комплекса Россети Юг установлено 130 комплектов электротехнического оборудования системы раннего обнаружения гололедообразования (СРОГ).

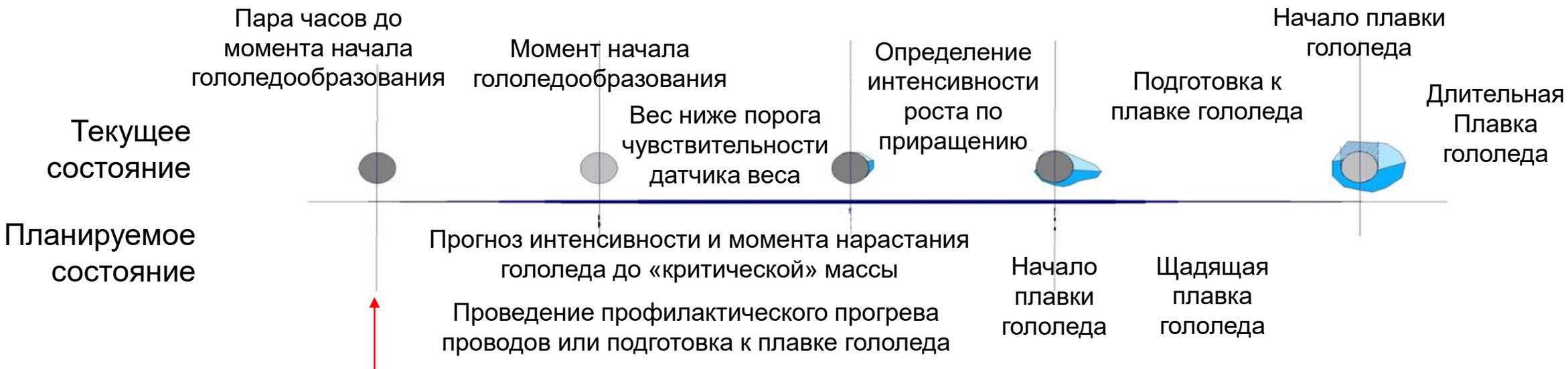
При этом доля постов СРОГ с контролем температуры провода, от общего количества установленного оборудования составляет 34% (44 комплекта).

1. Измерение тяжения подвесок фазных проводов и грозотроса, а также тяжения провода, определение количества ГИО;
2. Измерение температуры фазных проводов и грозотроса для выполнения контроля плавки;
3. Измерение температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, атмосферного давления;
4. Пересылка, сохранение, визуализация данных; выгрузка отчета



# АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Аварийность, связанная с ГИО на примере ПО «Камышинские электрические сети «Волгоградэнерго»



Объективное прогнозирование начального момента гололедообразования с увеличением частоты опроса датчиков с постов СМИГ

**в 3,6 раза**

Снижение потока отказов по причине ГИО при применении систем мониторинга

**339,0 тыс.руб**

Ежегодный экономический эффект применения одного поста МИГ\*



Для повышения эффективности борьбы с гололедообразованием на ВЛ, необходимо обеспечить как можно более раннее уведомление диспетчера о прогнозируемых опасных климатических явлениях (ГИО, ветер)

\* для ВЛ 110 кВ длиной 50 км в 4 районе по гололеду по материалам расчётов разработчика

Показатели экономической эффективности применения МИГ на ВЛ	Ед. изм.	Значение
Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	млн.руб	3,712
Внутренняя норма доходности (ВНД)	%	44 %
Индекс доходности	ед.	2.83
Срок окупаемости с учетом дисконтирования	год	2 года

6

Производственных отделений

3

Года эксплуатации

44

Поста МИГ

494

Датчика

Этапы внедрения:



Проведение опытно-промышленной эксплуатации 7 систем (2015 г. – 2016 г.);



Повторное внедрение 21 системы (с 2017 г. по 2018 г.);



Повторное внедрение 22 систем (с 2018 г. по 2019 г.);



Работа по дальнейшему развитию системы выявлению потенциально слабых мест и повышению надёжности

Статус проекта:

- Успешно проведена ОПЭ 7 постов МИГ в филиале Россети Юг – «Волгоградэнерго»
- Установлено более 44 поста
- Соответствует требованиям Технологического реестра по основным направлениям инновационного развития ПАО Россети (утвержден распоряжением ПАО Россети от 24 декабря 2018 г. №568р)



Повышение удобства работы с системой:

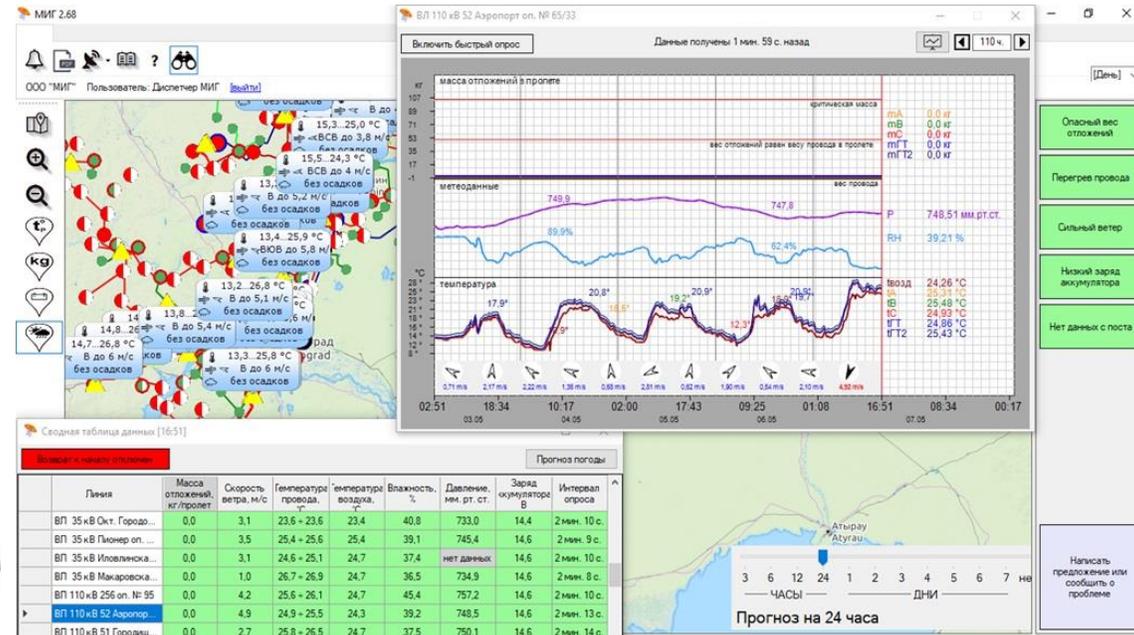
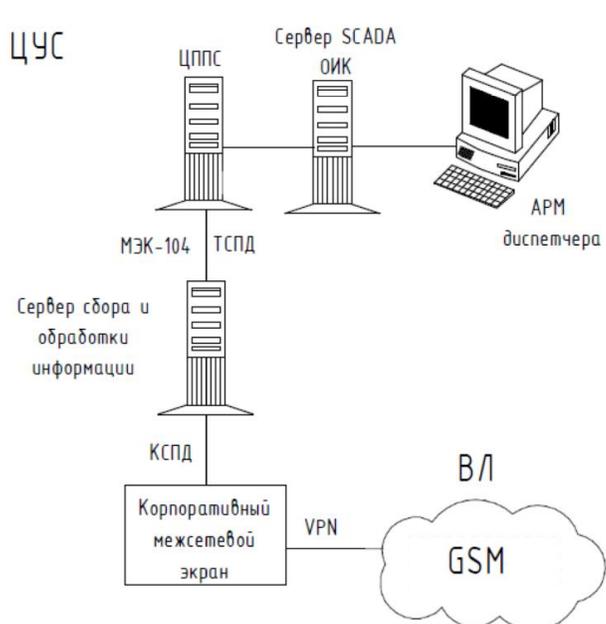
Повышено удобство пользования программным обеспечением, упрощен алгоритм работы с ПО, развит функционал выгрузки, визуализации данных и информирования диспетчера о событиях на ВЛ

Реализована функция визуализации данных прогноза климатической обстановки по данным Gismeteo. При этом информационные данные могут быть использованы для прогнозирования опасности возникновения климатических условий, повышающих вероятность возникновения технологических нарушений;

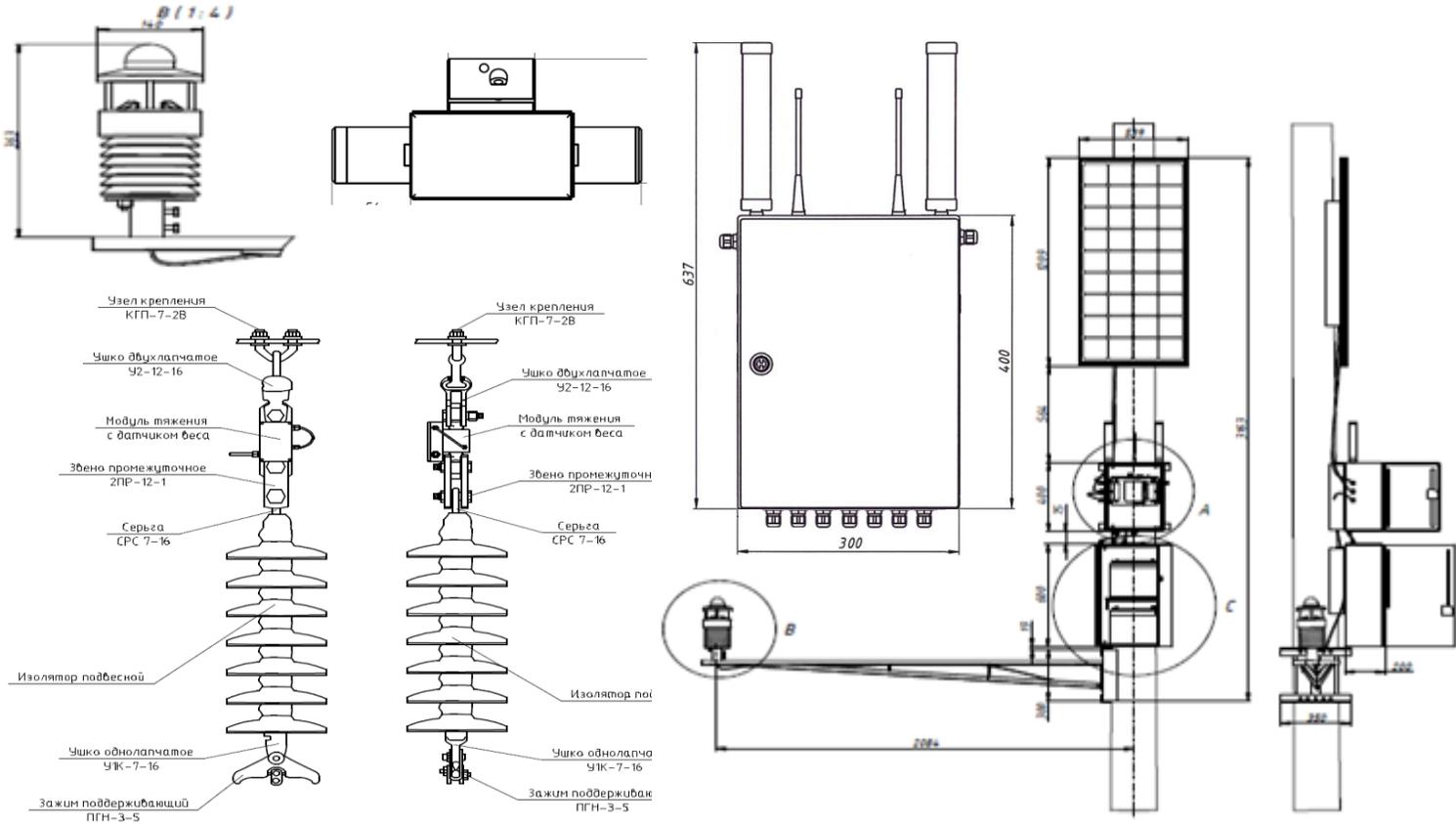
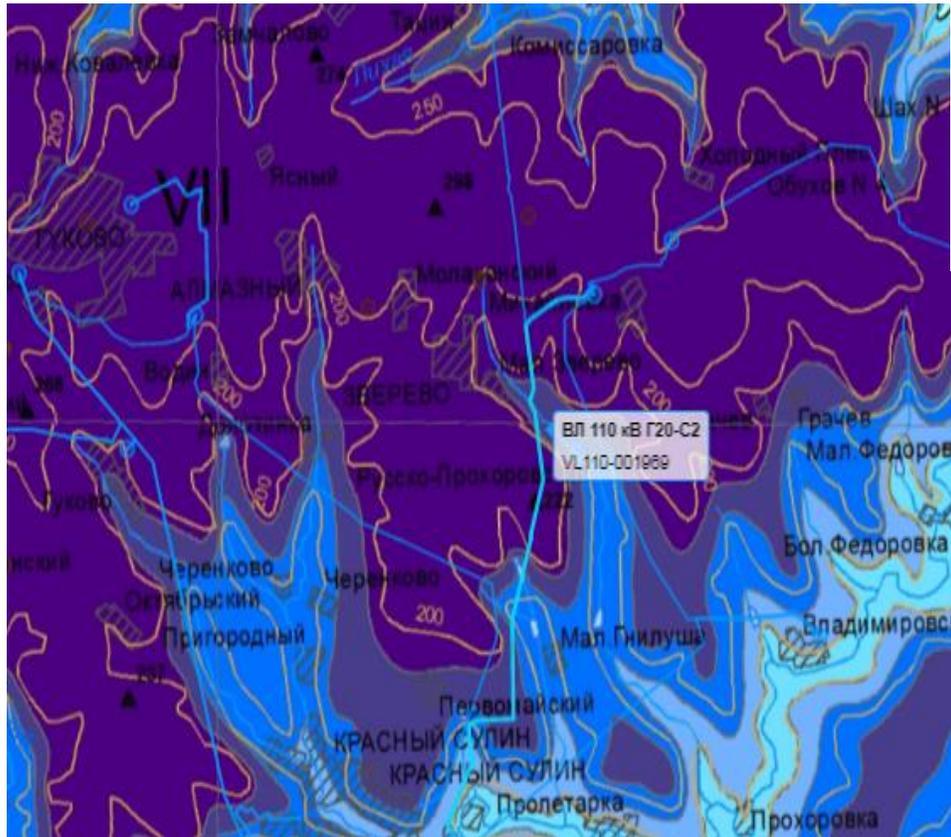
Выполнена интеграция СРОГ в ГИС МЭК;

Интеграция данных мониторинга в SCADA;

В партнерстве с Gismeteo.ru ведется совершенствование МИГ, а также реализована функция прогноза метеоусловий в сетевом районе

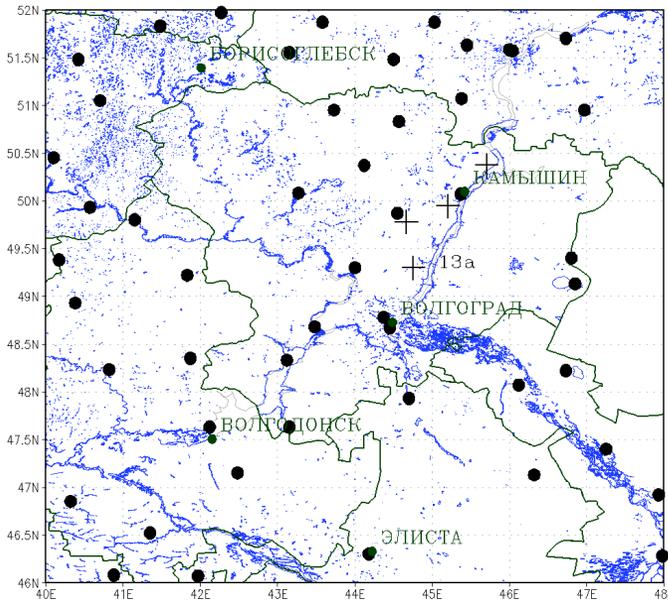


- Объект внедрения: ВЛ 110 кВ Г20-С2, опора №96;
- Филиал Россети Юг – «Ростовэнерго»;
- Район по гололеду: VI;
- Район по ветру: IV;
- Количество оборудуемых ВЛ: 1 шт.;
- 3 беспроводных датчика гололедной нагрузки;
- 3 беспроводных датчика температуры провода;
- Профессиональная метеостанция;
- Двойное резервирование узлов системы;
- Прогнозирование метеобстановки в сетевом районе

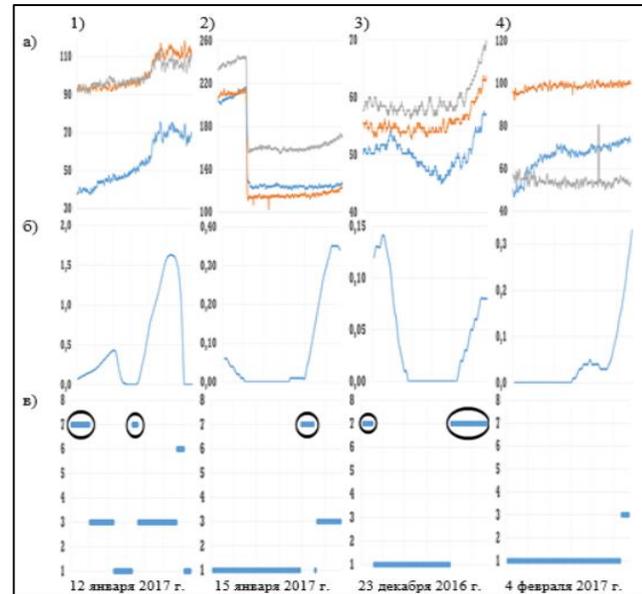


Ведется разработка сервиса в ПО МИГ для получения и визуализации данных о оценочных массе ГИО на проводе и интенсивности ее нарастания на геосетке с шагом в 5 км на основе международной прогностической модели WRF-ARW<sup>1</sup>

На данный момент проведена верификация модели на 3-х точках взвешивания провода ВЛ 35-220 кВ в Волгоградской области (проводится еще на 30 точках в Волгоградской, Саратовской и Мурманской областях и Карелии). Результаты модели по плотному льду и инею коррелируют с результатами прямых измерений<sup>2</sup>



Карта расположения и номера станций наблюдений за весом проводов (крестики) и станций синоптической наблюдательской сети (чёрные кружки), использованных для оценок результатов прогнозов



Изменение со временем массы отложений по экспериментальным данным (а), количества снега/льда на проводе по прогнозу (б) и прогноз состояния поверхности провода (в), значения индексов состояния: 1,3 – сухой провод; 2,4,5,6 – влажный провод; 7,8 – наличие обледенения на проводе

<sup>1</sup> – источник данных – Мэп Мейкер (gismeteo.ru). Сервис применяется для прогноза метеобстановки (грозы, ветер, температуры, осадки и т.д.).

<sup>2</sup> – подробнее в статье авторов: Использование тепло-балансного метода для прогнозирования ГИО на проводах ВЛЭП. Энергия единой сети Рубинштейн К.Г., Игнатов Р.Ю., Юсупов Ю.И., Титов Д.Е.

-  Для достижения максимальной эффективности плавки гололеда необходимо при прохождении трассы ЛЭП в 4-м районе по гололеду и выше, при новом строительстве и реконструкции, в техническом задании на проектирование, в обязательном порядке предусматривать требование по оснащению ВЛ оборудованием для своевременного обнаружения гололедообразования, доскональной проработкой вопроса по местам и способам размещения данного оборудования на ВЛ;
-  Учитывая высокий износ электросетевого комплекса и отсутствие возможности обновления основных фондов, существенного снижения индексов SAIDI и SAIFI можно достичь за счёт повышения уровня наблюдаемости электросетевой инфраструктуры. В связи с чем, оснащение постами СРОГ, необходимо и на линиях находящихся в эксплуатации не запланированных к реконструкции, но имеющих риски быть подверженными гололедно-ветровым нагрузкам;
-  Требование к оснащению постов СРОГ, контролем температуры провода должно быть обязательным для вновь вводимого оборудования. Необходимо, по мере возможности предусматривать модернизацию существующих постов не имеющих данного функционала;
-  Необходимо продолжать тесное, взаимовыгодное сотрудничество с компаниями заинтересованными в функциональном развитии своего продукта, применяющими в своей работе творческий подход, с целью получению максимального эффекта для электросетевого комплекса



Спасибо за внимание