

ФСК ЕЭС: «Мы стремимся бороться с грозовыми воздействиями на линии электропередачи максимально эффективно»

В связи с глобальным потеплением грозовая активность становится интенсивнее с каждым годом, соответственно тема грозозащиты не теряет своей актуальности. Однако повышение грозоупорности требует вдумчивого подхода. Текущая макроэкономическая ситуация усилила необходимость тщательно просчитывать любые затраты. Нормативы, которые учитываются при проектировании линий электропередачи, требования к уровню надёжности объекта, — всё должно быть основано на объективных данных, отражающих текущее положение вещей. Об этом мы говорим с **Андреем Михайловичем Епифановым**, заместителем главного инженера по эксплуатации основного оборудования ПАО «ФСК ЕЭС».

— Андрей Михайлович, ПАО «ФСК ЕЭС» осуществляет свою деятельность в 77 регионах. Насколько актуальна тема грозозащиты для вашей компании? В каких регионах проблема стоит наиболее остро?

Актуальность проблемы повышения грозоупорности прежде всего обуславливается задачей снижения аварийности на линиях электропередачи. Эти данные подтверждаются различными системами определения и фиксации мест аварийных отключений, визуальными обследованиями непосредственно на местах коротких замыканий и фиксируются в актах расследований технологических нарушений. Анализ показывает, что отключения в результате грозы занимают первое место на протяжении последних лет, составляя третью часть всех аварийных отключений линий. Работа по повышению надёжности ЕНЭС (Единая Национальная Электрическая Сеть) в нашей компании ведётся на постоянной и вдумчивой основе, мероприятия разрабатываются на базе аналитических данных и направлены на достижение максимального эффекта. Это приносит значительные результаты, статистика аварийности это подтверждает. Вместе с тем, сегодня мы понимаем, что основной потенциал повышения надёжности работы линий электропередачи лежит именно в повышении их грозоупорности.

В 2014 году для применения в производственной и инвестиционной деятельности на основании данных многолетних наблюдений были введены в качестве стандарта организации ПАО «ФСК ЕЭС» карты климатического районирования территории по субъектам РФ наряду с методическими указаниями по их применению, в том числе, карты районирования по среднегодовой

продолжительности гроз (кстати, тема составления таких карт очень актуальна, по ней было довольно много докладов на Российской конференции по молниезащите¹). Они показывают, что даже в одном и том же регионе на территориях, находящихся всего в десятках километров друг от друга, может быть разная грозовая активность. В 2015 году максимальная грозовая активность отмечена в Восточной Сибири (102 случая на 69 линиях), в Западной Сибири (76 случаев на 47 линиях) и на Урале (80 случаев на 45 линиях). Зато в предыдущие годы по этому показателю лидировали Дальневосточный регион, Восточная Сибирь, Северный Кавказ. Таким образом, наш опыт эксплуатации показывает, что грозовая активность изменяется от года к году, и мы должны оперативно на это реагировать.

— Расскажите об объёмах потерь/убытков компании от гроз. Определяются ли «отложенные» убытки, такие, как связанное с токовыми воздействиями снижение ресурса оборудования? Насколько серьёзно относится ФСК к таким неэкономическим факторам, как надёжность электроснабжения потребителей в случаях, когда перебои не ведут к каким-либо санкциям?

На конференции в докладах специалистов по грозозащите со всего мира чётко прослеживалась мысль, что абсолютная защищённость от воздействия гроз линейно-протяжённых инфраструктурных объек-



А. М. Епифанов

тов (в том числе воздушных линий электропередачи) — цель на сегодняшний день не достижимая в силу неумения человечества управлять таким стихийным явлением как гроза. В своём докладе я постарался донести до аудитории мысль, что в работе на данном направлении мы основываемся на технико-экономическом обосновании затрат. И, надо сказать, это абсолютно соответствует лучшим мировым практикам, с которыми мы знакомимся, общаясь с коллегами из электросетевых компаний многих стран, и полностью соответствует утверждённой Правительством РФ стратегии развития электросетевого комплекса. На одной чаше весов — различные риски, связанные с аварийными отключениями линий электропередачи и нарушением электроснабжения потребителей, с вытекающими из этого прямыми и отложенными затратами, ухудшением эксплуатационных свойств оборудования и т. д., а на другой — т. н. CAPEX, капитальные расходы компании, которые ложатся тарифной нагрузкой на тех же самых потребителей. Критериев в части грозоупорности линий, закреплённых сегодня законодательно и позволяющих определить правильный баланс, не установлено. Мы ранжировали все наши линии по уровням влияния на системную надёжность и надёжность электроснабжения потребителей, обеспечение которых является основной задачей и первейшим приоритетом деятельности нашей компании, и взяли за основу регламентирующий документ, составленный ещё в РАО ЕЭС, где приведены многолетние статистические данные по количе-

¹ 17 – 19 мая 2016 года в Санкт-Петербурге прошла V Российская конференция по молниезащите. Её организаторами выступили ОАО «НПО «Стример», Российская академия наук (РАН), ПАО «Россети», Министерство образования и науки РФ и Санкт-Петербургский политехнический университет.

ству отключений, включая грозовые, на линиях разных классов напряжения. На основании этого утвердили граничные показатели надёжности линий электропередачи, в том числе максимально возможное количество грозových отключений в год на 100 км.

Нужно учитывать, что порядка 80 – 90 % отключений на грозу завершается успешным автоматическим повторным включением (АПВ) линии, которое происходит в течение 2 – 5 секунд после отключения, необходимых для восстановления диэлектрических свойств воздуха. Отключения линии в грозу с успешным АПВ, несомненно, является технологическим нарушением, и мы стремимся снижать их количество. Однако следует отметить, что все проектные решения во всех субъектах энергетики учитывают, что полностью исключить эти нарушения невозможно. За время 2 – 5-секундной бестоковой паузы в энергосистеме или электроустановке потребителя не должно происходить фатальных изменений, конечно, если речь идёт о проектной схеме, соответствующем ПУЭ.

Таким образом, можно сказать, что прямые убытки нашей компании от гроз незначительны, связаны они, в основном, с затратами на организацию внеочередных послеаварийных осмотров линий в целях выявления причин и последствий аварийных отключений, но имеются существенные отложенные убытки, связанные со снижением ресурса оборудования. Опыт эксплуатации показывает, что в регионах с повышенной грозовой активностью грозозащитный трос, например, подвержен более быстрому износу и старению, при грозových отключениях быстрее расходуется коммутационный ресурс выключателей на подстанциях, это сокращает срок службы и межремонтные интервалы. Поскольку гроза стоит на первом месте среди причин технологических нарушений, повышение грозоупорности может дать максимальный количественный эффект по снижению масштаба этих отложенных убытков.

— Какие средства грозозащиты применяются в компании сегодня?

Конструкции линий сами по себе таковы, что основными факторами, воздействующими на них, являются природно-климатические явления, такие как гроза, ветер,

гололёд и другие. При проектировании ВЛ мы руководствуемся актуальными требованиями корпоративных и отраслевых нормативно-технических документов. Проектировщик с оглядкой на опыт эксплуатации и региональные особенности выбирает оптимальное решение в зависимости от данных по ветровой нагрузке, загрязнённости воздуха, грозовой активности и т. д. Наша нормативно-техническая база постоянно обновляется и преследует цель уже на этапе проектирования линии максимально повысить её надёжность на весь период эксплуатации.

Но ведь есть линии, которые служат уже более 30 – 50 лет. Они проектировались по другим нормативам, их грозоупорность, естественно, может не соответствовать актуальным требованиям. В текущих экономических условиях у нас нет возможности полностью комплексно реконструировать линии, поэтому есть ряд мер, которые мы применяем в рамках программы модернизации. Так, мы меняем старый грозозащитный трос на современные типы, устойчивые как к воздействию больших токов молнии, так и к коррозионным проявлениям, зачастую с меньшей массой, обеспечивая возможность подвески на существующих опорах без усиления последних. Во-вторых, как вы знаете, ток молнии должен стекать в землю, поэтому в правилах технической эксплуатации обозначен целый пласт требований, предъявляемых к организации заземляющих устройств. Их сопротивление должно быть не более нормативного. Это бывает достаточно сложно сделать, если опора закреплена в грунте с высоким удельным сопротивлением. В этом случае мы применяем линейные разрядники или ограничители перенапряжений. Но учитывая, что это достаточно затратные средства, прибегаем к ним только в том случае, если замена грозотроса и доведение сопротивления заземляющих устройств до норматива по расчётам квалифицированных проектировщиков не возможны либо не дадут нужного результата. Наш опыт показывает, что при таком подходе возможно с минимальными затратами получить результат, вполне удовлетворяющий утверждённым критериям надёжности, в том числе тем показателям грозоупорности, о которых я сказал выше.

К набору постоянно используемых технических средств мы отно-

сим и различные устройства, которые помогают нам определить место повреждения. Бывает, что след от попадания молнии мало заметен и найти его на линии протяжённостью 300 – 400 км совсем не просто и, что немаловажно, это существенно влияет на наши операционные затраты. Сейчас появляется всё больше приборов определения места повреждения (ОМП), которые обладают крайне высокой точностью. Они, конечно, не влияют напрямую на повышение грозоупорности ВЛ, но помогают быстро определить места коротких замыканий на линиях электропередачи, идентифицировать причины отключения и принимать правильные меры воздействия по их дальнейшему предотвращению.

Говоря о повышении грозоупорности, стоит упомянуть и о таких мерах, как замена и усиление линейной изоляции. Бывает, что усиление изоляции решает проблему наилучшим способом. Повторюсь, что мы реализуем тот вариант, который позволит получить наилучший результат при минимальных затратах.

— Правильно ли я понимаю, что это, по сути, основные меры, которые зафиксированы в разработанной ФСК Программе повышения грозоупорности ВЛ? Расскажите, пожалуйста, как она разрабатывалась.

Всё правильно, я имею в виду меры, закреплённые в данной Программе. Программа повышения грозоупорности ВЛ ПАО «ФСК ЕЭС» разработана и утверждена в 2010 году на пятилетний период. Как вы знаете, ФСК существует уже 14 лет. С первого дня работы мы собираем и анализируем данные по аварийности линий, а также используем данные, собранные нашими уважаемыми предшественниками, отвечавшими за эксплуатацию линий ранее. Анализ информации позволил выявить самые проблемные линии. В настоящее время — это 123 линии общей протяжённостью 12,7 тыс. км. На них выявлены участки, которые чаще всего подвергаются грозových отключениям. Таким образом, Программа представляет собой набор оптимальных с технико-экономической точки зрения мероприятий с использованием вышеперечисленных средств и определяет сроки и стоимость их реализации в пятилетнем периоде планирования в рамках инвестиционной программы компании.

— На конференции Вы говорили, что в 2015 году Программа была пересмотрена. Что в ней изменилось?

Когда мы начали в конце 2014 года планировать новый пятилетний период и анализировать, как работает Программа, то увидели, что комплекс проводимых мероприятий приносит ощутимые результаты, но они крайне затратны при эффекте, не полностью обеспечивающем достижение целевых показателей, а значит реализация Программы не столь эффективна в целом. Приведу конкретный пример. Проектная организация предлагает вариант мер, которые приведут к показателю надёжности 0,6 отключений в год на 100 км линии, а если там же применить другой набор мер, то показатель надёжности будет 0,3 отключения в год на 100 км линии. И это с учётом успешного АПВ и отсутствия ощутимых воздействий на системную надёжность, энергоснабжение потребителей и выдачу мощности генерирующих компаний. Второй вариант может бытькратно дороже, а повышение надёжности не будет прямо пропорциональным. Поэтому нам был нужен показатель, с помощью которого можно обосновать свой выбор комплекса мер для конкретной линии.

Как уже говорил, оттолкнуться было не от чего, нигде не регламентирован норматив потока отказов. Сейчас в рамках НИОКР в ФСК разрабатываются показатели проектной надёжности для линии и для подстанционного оборудования, чтобы понимать какое количество отключений допустимо с учётом технического состояния и последствия отказа оборудования. А пока мы опираемся на уже упомянутое выше Руководство по защите электрических сетей 6 — 1150 кВ от грозных и внутренних перенапряжений РД 153-34.3-35.125-99, составленное в РАО ЕЭС в 1999 году. В нём есть информация о предельно допустимых эксплуатационных показателях. Там, например, указано, что для линии 220 кВ предельно допустимое значение составляет 1,2 отключения в год на 100 км. Поэтому тратить огромные деньги для того, чтобы показатель равнялся 0,3, нет смысла в том случае, если для достижения показателя 0,6, который укладывается в рамки диапазона, можно вложить намного меньше средств.

Мы пересмотрели все проекты, которые находились в разной степе-

ни готовности, проанализировали статистику отключений за последние пять лет, выявили линии, где ни разу не регистрировалось отключение в грозу за несколько лет и оптимизировали Программу. Количество проблемных линий сократилось со 160 в первой редакции Программы до 123 — во второй.

— Вы упомянули, что комплекс реализованных мер уже принёс свои результаты. Можно ли назвать какие-либо конкретные цифры?

Реализация первых проектных решений «по грозе» началась в 2012 — 2013 году. Статистика отключений пошла вниз. В 2013 году их было 763, в 2014 году уже 549 и 446 в 2015 году. Явная тенденция к снижению. В ноябре, к концу грозового периода, можно будет с большой долей уверенности подвести итоги этого года. Но даже сейчас можно говорить о том, что цифры за примерно половину грозового периода подтверждают, что Программа работает.

— Какие решения в области грозозащиты Вы считаете перспективными? Изучаете ли Вы рынок с точки зрения поиска новых средств повышения грозоупорности?

Нам интересно всё, что касается мониторинга и фиксации грозовых воздействий, так как нам нужно однозначно понимать, что отключение было вызвано попаданием молнии в грозозащитный трос или провод. Бывают случаи, когда нельзя с уверенностью назвать причину отключения. В рамках НИОКР мы активно изучаем этот вопрос. Сегодня на рынке представлены системы мониторинга разных производителей, есть решения, где уже достигнута достаточно высокая точность. Считаю, что это направление очень перспективно, такие системы будут востребованы. То же самое можно сказать об оборудовании, которое может точно измерять сопротивление заземляющих устройств опор, а также технологии, которые позволяли бы доводить значения сопротивления опор до нормативных характеристик с минимальными затратами.

Линейные разрядники и ОПН показали свою эффективность, однако есть ряд сложностей. Они связаны с тем, что при высоком уровне эксплуатационных затрат срок их гарантии меньше срока эксплуатации линии. По существующим нор-

мативам ОПН надо проверять перед каждым грозовым сезоном, что влечёт значительные операционные расходы. Есть проблема с индикацией, т.е. устройства некоторых производителей не дают однозначной информации, было срабатывание или нет. Тем не менее дальнейшее усовершенствование аппаратов по ограничению перенапряжений перспективно. В приоритете, конечно, увеличение срока их безотказной работы в течение всего периода эксплуатации.

— Как осуществляется контроль качества поставляемой на объекты ФСК продукции, существует ли проблема некачественных изделий, контрафакта?

— Что касается контрафакта, то мне кажется, что такая проблема решена с внедрением порядка проверки качества, который действует в группе компаний ПАО «Россети». Данный порядок — надёжный барьер на пути контрафактных изделий. Если говорить о браке, то к сожалению, он иногда встречается. Однако мой опыт за последние 10 лет, которые я занимаюсь вопросами взаимодействия с производителями электротехнического оборудования, говорит о том, что качество улучшается, и не в последнюю очередь благодаря программе импортозамещения.

— В этом году прошла V Российская конференция по молниезащите. Какие впечатления остались у Вас от этого важного отраслевого события?

Сначала хочется поблагодарить организаторов за то, что они продолжают собирать и развивать данное мероприятие. Спасибо компании «Стример», которая сделала очень многое, чтобы провести конференцию в пятый раз. В этом году среди спикеров было много зарубежных специалистов, в том числе из стран, где проблема молниезащиты стоит очень остро, таких, например, как Бразилия, Индонезия. Их опыт повышения грозоупорности был крайне интересен. Если говорить о пожеланиях, то мне, как практику, на конференции в 2018 году хотелось бы услышать больше практических докладов, может быть даже стоит организовать выделенную сессию для выступлений специалистов из инфраструктурных компаний.

Татьяна БЕЗГОВА,
Санкт-Петербург