

разрабатывается всеобъемлющий комплект стандартов организаций (СТО), который должен вобрать в себя (актуализировать) основные положения действующей нормативно-технической документации.

Практически все СТО разрабатываются по трем категориям назначения:

- «Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования»,
- «Условия создания. Нормы и требования»,
- «Условия поставки. Нормы и требования».

Так, в части устройств РЗА планируется выпуск в том числе следующих СТО:

- «Релейная защита и электроавтоматика. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования»,
- «Релейная защита и электроавтоматика. Условия поставки. Нормы и требования».

Вместе с тем в настоящее время остается необходимость пересмотра и разработки новых нормативных документов и материалов с учетом появившихся новых условий работы, новой аппаратуры РЗА, внедрения АСУ ТП, новых современных требований (в том числе по заданиям ОАО «ФСК», ОАО «СО-ЕЭС»). К таким документам, например, относятся:

- «Инструкция по учету и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем»,
- «Правила технического обслуживания устройств РЗА электрических сетей».
- «Методические указания по проведению испытаний систем ЧДА электростанций с выделением на несбалансированную нагрузку».

Целесообразна также подготовка новой редакции Указателя НТД по РЗА.

Значение НТД для руководящего, оперативного и технического персонала электростанций и электрических сетей

Упомянутый выше Указатель и дополнения предназначены для служб РЗА энергосистем, электроцехов, ЭТЛ электростанций. Это не просто перечень документов, а комплект документации, которая в соответствии с ПТЭ (п. 1.7.1)

должна быть в наличии на любом энергообъекте и должна активно использоваться в работе, для самостоятельного изучения, особо – при проверке знаний эксплуатационного персонала, а также при составлении местных инструкций по эксплуатации. При этом при проверке знаний необходимо в части оперативного и технического обслуживания устройств РЗА концентрировать внимание на организационные и технические мероприятия, выполнение которых должно предотвращать ошибки персонала, выявленные по результатам анализа опыта эксплуатации.

Вместе с тем, несмотря на наличие достаточного количества разработанных НТД и информационных материалов, по сведениям, получаемым из различных источников, эксплуатационный персонал энергосистем и электростанций часто заявляет о недостаточном обеспечении их указанными документами. Это может объясняться недостаточным количеством полученных документов по эксплуатации устройств РЗА, неоперативностью в получении либо неинформированностью руководящего персонала электростанций и служб РЗА о наличии в отрасли таких документов и о действующей в настоящее время системе заказов и порядке приобретения необходимых документов. Одним из основных направлений деятельности созданной общественной организации – Некоммерческое партнерство «Содействие развитию релейной защиты, автоматики и управления в электроэнергетике» (НП СРЗАУ) является организация нормативно-технического обеспечения развития, внедрения и эксплуатации систем РЗА и ПА, формирование общего информационного пространства.

Обобщение опыта эксплуатации устройств РЗА энергосистем и анализ статистических данных о результатах их работы свидетельствуют о недопустимо большом количестве нарушений в работе устройств РЗА по вине технического и оперативного персонала, в том числе из-за незнания или несоблюдения требований действующих нормативно-технических документов, касающихся организации эксплуатации, наладки и эксплуатации устройств РЗА.

Изучение и знание, активное использование в практической работе руководящим, техническим и оперативным

персоналом электростанций положений НТД и рекомендаций информационных материалов является необходимым условием грамотной эксплуатации.

Выводы

1. Разработанный за длительный период комплект технической документации, о котором говорится в настоящей статье, в основном достаточен для продолжения эксплуатации устройств РЗА первого и второго поколения (РЗА на электромеханической и микроэлектронной базе). Этот комплект может использоваться эксплуатационным персоналом наряду с использованием разработанных и юридически оформленных стандартов по РЗА.

2. Наличие, знание и активное использование имеющихся в отрасли НТД является одним из необходимых условий грамотной эксплуатации устройств РЗА.

3. В связи с активным внедрением в энергосистемах и на энергообъектах нового поколения устройств РЗА – устройств на микропроцессорной базе, несмотря на наличие поставляемой с изделиями заводской (фирменной) документации, целесообразна разработка и выпуск НТД, подготовленной в традиционной для использования персоналом энергообъектов форме, полностью себя оправдавшей. При этом новые устройства РЗА на стадии разработки должны быть полностью отработаны и испытаны в необходимых режимах с тем, чтобы нормативные материалы по их вводу в работу на энергообъектах не превращались для наладочного и эксплуатационного персонала в «научно-исследовательские» работы значительного объема.

4. В настоящее время ряд действующих НТД может быть скорректирован в отношении методов проверок, в том числе с учетом новых, появившихся за последнее десятилетие современных проверочных установок и методов.

5. Новые СТО и нормативные материалы должны разрабатываться компетентными организациями и широко обсуждаться в отрасли, с активным участием специалистов и организаций, осуществляющих разработку, производство, проектирование, внедрение и эксплуатацию систем РЗ, ПА и АСУТП. Организация такого обсуждения может быть возложена на НП СРЗАУ. 

Современное состояние и перспективы развития высокочастотных каналов связи для релейной защиты и противоаварийной автоматики

В данной статье вы найдете ответы на следующие вопросы:

- Почему каналы ВЧ связи в российской электроэнергетике будут широко использоваться и в будущем для организации передачи информации?
- Каковы возможности современной техники ВЧ связи по линиям электропередачи?

Авторы

Брауде Л. И.,
Скитальцев В. С.,
Шкарин Ю. П.

Втехнике релейной защиты линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше в настоящее время используется обмен информацией между полуккомплектами, установленными по концам защищаемой линии. Обмен информации производится по различным каналам связи. В ЕНЭС нашли применение следующие каналы связи:

- проводные – для дифференциальных защит линий;
- высокочастотные, работающие по проводам линий электропередачи – для дифференциально-фазной, дистанционной, направленной защит;
- волоконно-оптические – для цифровых защит.

Для работы систем противоаварийной автоматики также необходима передача информации на значительные расстояния. Для этой цели используются высокочастотные каналы по линиям электропередачи и волоконно-оптические каналы.

Применение проводных каналов ограничено ввиду их небольшой дальности и невысокой надежности.

Применение волоконно-оптических каналов перспективно и находится в стадии развития. В соответствии с существующей концепцией развития связи в электроэнергетике России основу будущей цифровой сети связи должны составить линии связи, использующие волоконно-оптические кабели, в том числе подвешенные на опорах ВЛ и встроенные в грозозащит-

ный трос. Однако высокая стоимость ВОЛС, огромная протяженность линий электропередачи в России и незначительный, в большинстве случаев, объем собственно технологической информации ограничивает использование этих каналов. Пока они получили распространение только в крупных узлах сетей на линиях относительно высокого класса по напряжению. Вследствие указанных причин, а также благодаря высокой надежности, передача информации по проводам и тросам ВЛ (ВЧ связь) будет в течение значительного периода времени успешно конкурировать с ВОЛС (см. Романов С.Е., Брауде Л.И. «ВОЛС или ВЧ, что выбрать?»; «Энергетик», № 8, с. 13–16).

В РФ каналы ВЧ связи организуются по ВЛ всех классов напряжения от 35 до 1150 кВ. По этим каналам передаются все виды информации, необходимой для управления работой энергосистем и энергообъединений, как в нормальных режимах, так и при аварийных ситуациях. Согласно статистическим данным, приведенным в обзоре ИК35 СИГРЭ, каналы ВЧ связи по ЛЭП используются в энергосистемах других стран для передачи тех же видов информации, что и в РФ. При этом доля ВЧ каналов в общем числе каналов связи электроэнергетики составляет в среднем 7%. В России из-за большой протяженности ВЛ и большого количества каналов РЗ и ПА роль ВЧ каналов суще-

ПРАКТИКА 

ственно выше, чем в других странах, по ним передается около половины всей передаваемой в электроэнергетике информации. По оценкам «СО ЕЭС», в период до 2020 года число ВЧ каналов по ЛЭП составит 15–20 % от общего числа каналов ЕНЭС.

Особую роль играет использование каналов ВЧ связи по ЛЭП при организации систем РЗ линий и ПА энергосистем. Более 34000 ВЧ каналов (из общего числа 60 тыс.) – это каналы РЗ и ПА, по которым передается практически 100% информации, необходимой для нужд РЗ и ПА.

Начало использования высокочастотных защит линий электропередачи относится к 30-м годам прошлого века. Широкое применение этих защит началось после Великой Отечественной войны. В СССР были организованы разработка и серийное производство аппаратуры высокочастотных каналов связи, в том числе и для релейной защиты. Параллельно выпускалась и сама аппаратура РЗ. Основным разработчиком ВЧ аппаратуры был ВНИИЭ, а основным производителем – Одесский завод «Нептун». Было выпущено несколько десятков тысяч приемопередатчиков для ВЧ защит (типов ПВЗК, УПЗ-70, АВЗК-80 и др.), которыми были оснащены все энергосистемы СССР. Наряду с этим были разработаны и выпускались также устройства обработки и присоединения для ВЧ каналов. Впоследствии производство приемопередатчиков ВЧ защиты было освоено Могилевским заводом «Зенит» (ПВЗ-90 и др.) и Екатеринбургским объединением «Уралэнергосервис» (ПВЗУ и др.). Выпущенная аппаратура находится в эксплуатации до сего времени. В настоящее время приемопередатчики ВЧ защиты выпускаются в РФ только организацией «Уралэнергосервис».

В СССР была создана оригинальная, весьма эффективная, система ПА для электроэнергетики, большая часть которой и ныне функционирует на территории РФ. В нескольких регионах ЕНЭС были созданы центры противоаварийного управления, оснащенные мощными вычислительными комплексами. Эти комплексы соединены с энергообъектами специальными каналами связи, по которым собирается информация как в нормальном режиме, так и при возникновении аварии. При аварии по тем же каналам от вычислительных комплексов на энергообъект посылаются команды на вы-

полнение операций, направленных на ее ликвидацию. В системах ПА высокочастотные каналы для передачи сигналов-команд играют важнейшую роль, по ним передается практически вся необходимая для этих систем информация. К этим каналам предъявляются особо высокие требования в части надежности, быстродействия, помехозащитности и электромагнитной совместимости. Аппаратура для передачи сигналов-команд используется как для целей ПА, так и для целей РЗ линий электропередачи.

Аппаратура для передачи сигналов-команд была разработана ВНИИЭ и производилась заводом «Нептун», было выпущено несколько тысяч комплектов аппаратуры типов ВЧТО-М, АНКА-АВПА, АКПА-В, большая часть из которых эксплуатируется в настоящее время. Ныне в РФ аппаратура для передачи сигналов-команд производят «Уралэнергосервис» (АКА-КЕДР) и фирма «ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ» (УПК-Ц).

В настоящее время в энергосистемах эксплуатируется практически вся номенклатура оборудования каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики, выпущенная заводами за последние 40 лет. До сих пор еще можно встретить аппаратуру, снятую с производства 15–30 лет назад – она морально устарела, выработала свой ресурс и нуждается в замене. Доля такой аппаратуры составляет до 80%.

Технический уровень эксплуатируемой аппаратуры ВЧ каналов РЗ и ПА не соответствуют современному. Это по большей части – аналоговая аппаратура, выполненная с использованием транзисторов и интегральных микросхем. Современная же аппаратура ВЧ связи выпускается на основе микропроцессоров с использованием цифровой обработки сигналов. Аппаратура с цифровой обработкой сигналов обладает рядом преимуществ, облегчающих ее проектирование, наладку и эксплуатацию. В первую очередь это повышение избирательности приемника аппаратуры, возможность перестройки ряда параметров в процессе наладки, а также развитая система мониторинга, в том числе и дистанционного (регистрация событий в процессе работы, тестирование и сигнализация неисправностей). В настоящее время за рубежом практически выпускается только такая аппаратура.

В этом направлении должна развиваться и аппаратура ВЧ каналов РЗ и ПА. В Рос-

сии же выпускается только один тип приемопередатчиков ВЧ защиты – ПВЗУ-Е, в котором по-прежнему используется аналоговая обработка сигналов. Эта аппаратура применяется при новом строительстве и реконструкции энергообъектов только потому, что зарубежные фирмы не выпускают приемопередатчиков для ВЧ защит.

В России каналы ВЧ защит выполняются, как правило, выделенными, т.е. специализированными, и не совмещаются с каналами передачи других видов информации. Эти каналы используются для передачи блокирующих сигналов при работе с дифференциально-фазными и направленными ВЧ защитами. В ряде случаев необходима передача между концами линии отключающих и разрешающих сигналов. Для этого используется отдельный канал связи и аппаратура для передачи сигналов-команд, служащая также для целей ПА. В связи с дефицитом частот, выделяемых для ВЧ связи, такое решение часто бывает затруднительно и применяется только на линиях высших классов по напряжению. Целесообразно совмещение передачи блокирующих и отключающих (разрешающих) сигналов в одном общем канале связи, что приведет к экономии спектра частот и расширит возможности системы релейной защиты. Принципы выполнения такой аппаратуры разработаны, но она пока не выпускается.

Для передачи сигналов-команд РЗ и ПА до последних лет использовалась специализированная аппаратура, работающая по симплексному каналу. При необходимости передачи в двух направлениях создаются два встречных канала. В ряде случаев передача сигналов-команд ПА производится по цепочке ВЧ каналов с ретрансляцией в пунктах стыковки этих каналов. При передаче команд РЗ по такому каналу они передаются только в пределах отдельных участков канала без ретрансляции.

В последние годы в России появилась многофункциональная аппаратура типа ЕТЛ 500 – АЕС 550 фирмы «АББ Энергосвязь», в которой совмещены каналы передачи речи, ТМ и сигналов-команд. В ней применяется цифровое преобразование сигналов. Передача производится по дуплексному ВЧ каналу. В нормальном режиме по каналу передаются сигналы речи и ТМ, а при возникновении команд передача этих сигналов прекращается, и по каналу переда-

Брауде Л. И., к.т.н., заведующий отделом РЗ, ПА и связи, Филиал ОАО «НТЦ Электроэнергетики» – ВНИИЭ

Скитальцев В. С., к.т.н., ведущий научный сотрудник, Филиал ОАО «НТЦ Электроэнергетики» – ВНИИЭ

Шкарин Ю. П., к.т.н., ведущий научный сотрудник, Филиал ОАО «НТЦ Электроэнергетики» – ВНИИЭ

ются сигналы команд. Аналогичную аппаратуру поставляют в Россию фирма «ISKRA Sistemi» Словения (ET-8) и фирма Siemens AG (PowerLink) и в ближайшее время намериваются фирмы AREVA, DIMAT и Шадринский телефонный завод.

Применение многофункциональной аппаратуры обеспечивает рациональное использование спектра частот ВЧ связи, однако создает и некоторые трудности. Для сокращения длины цепей управления и приема сигналов-команд целесообразна установка такой аппаратуры на релейном щите, но это создает сложности при эксплуатации связистской части аппаратуры. Если же аппаратура устанавливается в помещении связи, то снижается надежность работы релейной ее части. Эти проблемы разрешаются путем выполнения релейной части аппаратуры в виде отдельного выносного устройства.

Качество разработки, проектирования и эксплуатации ВЧ каналов по ВЛ, в том числе каналов РЗ и ПА, зависит от наличия полноценной нормативно-технической документа-

ции. Необходима разработка, в частности, руководящих указаний по проектированию каналов ВЧ связи с определением норм на эти каналы и руководства по вводу в работу и эксплуатации каналов ВЧ связи.

Для создания и эксплуатации ВЧ каналов на всех уровнях необходим высококвалифицированный персонал. Но, несмотря на острую нужду в специалистах по технике ВЧ связи, их подготовка в Московском энергетическом институте прекратилась. В связи с этим особое значение приобретает подготовка и переподготовка кадров в рамках отраслевой системы. Необходимо создать в регионах страны сеть постоянно действующих курсов, работающих на основе специально разработанных программ обучения. Для подготовки квалифицированных специалистов необходимо возобновить ныне фактически прекратившийся выпуск специальной научно-технической литературы.

В рамках проводимого в электроэнергетике технического перевооружения необходимо совершенствование всей техники

ВЧ связи и в том числе техники ВЧ каналов РЗ и ПА. Эта задача давно назрела, ее решение не терпит отлагательства. В России научно-исследовательская работа в этой области в последние годы была, по существу, приостановлена из-за недостатка выделяемых средств. Этой проблеме не уделяло внимание РАО «ЕЭС РФ», не уделяет должного внимания и ОАО «ФСК ЕЭС». Научная школа практически утеряна. Если не принять экстренных мер, то уже в ближайшие годы проводить научно-исследовательские работы будет некому. Отраслевой НИИ – Филиал ОАО «НТЦ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ» – ВНИИЭ должен быть в приоритетном порядке обеспечен людскими и материальными ресурсами, позволяющими ему проводить необходимые для отрасли работы. Особое внимание должно быть уделено привлечению к работе молодых специалистов. Иначе ОАО «ФСК ЕЭС» будет обречено приобретать исключительно импортную технику, даже не адаптированную и не аттестованную для работы в электрических сетях РФ. □

МНЕНИЕ



Белотелов А. К.
к.т.н., президент Некоммерческого партнерства «Содействие развитию релейной защиты, автоматики и управления в электроэнергетике»

Авторы статьи затронули важную тему — состояние и перспективы развития высокочастотных каналов связи для релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Известно, что технология передачи сигналов-команд и информации по ВЧ каналам связи используется в основных защитах линий электропередачи и системах противоаварийной автоматики, играющих важную роль в обеспечении надежности и устойчивости функционирования энергетических систем.

Необходимо также отметить, что, несмотря на появление перспективных волоконно-оптических каналов связи, передача сигналов-команд РЗ и ПА по ВЧ каналам на сегодняшний день яв-

ляется самой надежной технологией, обеспечивающей эффективное функционирование систем противоаварийного управления благодаря возможности передачи сигнала в аварийном режиме через место короткого замыкания.

С основными тезисами статьи можно согласиться, и особенно с тем, что технический уровень эксплуатируемой аппаратуры ВЧ каналов РЗ и ПА не соответствует современному и существует настоятельная необходимость в обновлении давно устаревшего парка используемой аппаратуры.

В то же время за последние несколько лет появился рынок конкурентоспособных технических средств ВЧ каналов РЗ и ПА отечественного производства и ведущих

инофирм, отвечающих требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» по функциональным показателям и условиям эксплуатации. И нельзя согласиться с тезисом о том, что в России сейчас выпускается аппаратура, использующая только аналоговую обработку сигналов.

Упомянутый в статье приемопередатчик ВЧ защиты ПВЗУ-Е начал свою историю с 1995 года действительно как аппарат с аналоговой обработкой сигнала, в те годы и за рубежом доминировала аппаратура с аналоговой обработкой сигнала.

В результате модернизации и применения современной элементной базы (процессоры DSP и CPU, преобразователи АЦП) в выпускаемых с 2005 года приемопередатчиках ПВЗУ-Е используется цифровая обработка сигналов. Приемный и передающий тракты стали полностью цифровыми. Цифровая обработка производится непосредственно на частоте ВЧ канала, без предварительных аналоговых преобразований. Как

раз конкурентоспособность приемопередатчика ПВЗУ-Е перед его аналогами, выпускаемыми ОЗАП Мосэнерго, Украиной и Белоруссией, обеспечивается применением цифровых технологий.

А отсутствие зарубежной альтернативы приемопередатчику ПВЗУ-Е обусловлено простыми причинами неприменения дифференциально-фазных защит или ограниченного применения высокочастотных защит в большинстве зарубежных энергетических систем, а противоаварийная автоматика – это исключительно российская технология противоаварийного управления.

К сожалению, авторы статьи не затронули еще одну важную тему организации выбора и выделения частот, мало внимания уделено нормативно-техническому обеспечению разработки, проектирования и эксплуатации ВЧ каналов связи. Надеюсь, все это найдет свое отражение в последующих публикациях на указанную тему.

МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕМЕ

В журнале «Энергоэксперт»: Азерников Д. В., Дианов И. В., Казаков П. Н. Оптоволоконная связь наиболее перспективна для энергетики (2008. №2. С. 64–65).