

Тенденции развития аппаратуры высокочастотной связи и телемеханики по линиям электропередачи

БЕРИГА Б.А., к. т. н., зав. кафедрой
«Промышленная электроника»
ГГТУ им. П.О. Сухого
ОСИПЕНКО В.Т., генеральный директор
МЗ «Зенит»
ОСИПЕНКО И.В., аспирант ГГТУ им.
П.О. Сухого, ведущий инженер МЗ «Зенит»

Использование высокоскоростных и надежных телеинформационных каналов высокочастотной (ВЧ) связи на энергетических объектах позволит наиболее эффективно организовать производство, передачу, распределение и использование энергоресурсов из-за того, что:

— прогресс в области связи и вычислительного оборудования способствует развитию комплексных локальных систем связи, обеспечивающих полную автоматизацию отдельных областей электроэнергетической системы;

— каналы ВЧ связи позволяют дистанционно и оперативно, в масштабе реального времени, осуществлять управление, настройку и контроль за работоспособностью различного вида оборудования и установок (генераторов, выключателей и т. п.), в том числе и энергосберегающего (электроприводов и т. п.);

— своевременная, оперативно полученная по каналам телемеханики информация (о количестве потребляемой энергии, состоянии работоспособности оборудования и т. д.), ее обработка и принятие быстрого решения позволит достичь основной цели — повысить эффективность, надежность и устойчивость энергосистемы на всех ее уровнях.

Поэтому со всей определенностью можно сказать, что в единой системе производства, передачи, распределения и эффективного использования электрической энергии каналам ВЧ связи принадлежит важная роль и совершенствование аппаратуры ВЧ связи и телемеханики остается актуальной задачей.

В энергетике для организации каналов диспетчерской телефонной связи и телемеханики между центральными диспетчерскими пунктами энергосистем, а также диспетчерскими пунктами предприятий и районов электросетей с энергообъектами — электростанциями и подстанциями — широко применяются каналы высокочастотной (ВЧ) связи по высоковольтным линиям электропередачи (ЛЭП). Для организации такого рода каналов необходима специализированная ВЧ аппаратура связи.

Ведущими производителями в этой области являются фирмы: ABB (Швейцария), Alcatel (Италия) и Bosh (Австралия), Dimat (Испания), Nera (Норвегия), Iskra System (Словения), Зенит (Беларусь), Нептун (Украина), АО «РОСЭП» (Россия), АО «Шадринский телефонный завод» (Россия).

Тенденции современного развития ВЧ аппаратуры состоят в том, что при создании аппаратуры основное внимание уделяется на снятие ограничений функционирования и максимум надежности, а также следующим аспектам:

- большинство каналов связи энергосистем уже создано, поэтому аппаратура должна удовлетворять требованиям по совместимости с уже существующей аналоговой и цифровой аппаратурой и быть гибкой, т. е. просто адаптироваться к условиям функционирования;
- максимальная защищенность от всех видов электромагнитных помех;
- в связи с постоянным увеличением автоматизированных систем управления на объектах энергосистем постоянно увеличиваются объемы передаваемой информации, в свя-

- зи с чем необходимо организовать совместно с телефонным каналом передачу несколько каналов цифровой информации;
- простота настройки и обслуживания аппаратуры.

Единственным производителем специализирующимся по выпуску такого рода оборудования в Республике Беларусь, является Могилевский завод «Зенит».

На рынок изделий средств связи для энергетиков наше предприятие вышло в 1991 г. выпуском каналообразующей аппаратуры АВК, разработчиком которой являлся Московский институт «Сельэнергопроект». Аппаратура АВК предназначена для организации высокочастотного канала телефонной связи и канала телемеханики по ЛЭП и была разработана с целью замены устаревшей аппаратуры ТДС-70, АСТ-РС, АВС-РС. Аппаратура получила широкое применение в большинстве энергосистем как в Республике Беларусь, так и за ее пределами.

За период времени с 1991 по 1996 год по итогам производства и эксплуатации выявлен ряд технических недостатков, присущих аппаратуре, которые требовали незамедлительного технического решения. В то же время, в связи с развалом Союза, завод оказался в условиях крайне тяжелой экономической ситуации, что не позволило своевременно осуществить работы по усовершенствованию выпускаемого изделия АВК, и, как следствие, значительно снизился интерес потребителей к аппаратуре, уменьшился объем выпуска.

Сдерживающим фактором модернизации и разработки аппаратуры являлось и то, что подразделением технических служб завода и, в частности, его руководителем была занята строгая позиция, которая заключалась в том, что завод не занимается собственными разработками, а осваивает производство разработок других фирм производителей, в частности, ВЧ аппаратуры типа ЕТ (фирма «Iskra System», Словения), и необходимость выпуска аппаратуры АВК само собой отпадает.

Первая модернизация аппаратуры была проведена в ходе выполнения в 1996-1997 г. заказов по договорам с ПО «Гомельэнерго», в результате был разработан так называемый «Гомельский вариант» АВК с улучшенными техническими характеристиками и расширенными потребительскими свойствами. Были выполнены работы по:

- температурной стабилизации частоты задающего кварцевого генератора;
- изменению полосы эффективно передаваемых частот телефонного канала и канала телемеханики, введена функция «широкого канала»;
- развязке выходных цепей аппаратуры, что обеспечило возможность дополнительного подключения внешней аппаратуры энергетиков к аппаратуре АВК;
- изменению дизайна и конструктива аппаратуры.

В итоге значительно увеличился сбыт продукции, аппаратурой вновь заинтересовались энергетики. Ими же были внесены ряд предложений по дальнейшей модернизации аппаратуры АВК.

Однако, хотя аппаратура получила «новую жизнь», но еще далека от совершенства и имеет ряд «глобальных» технических недостатков.

Из них отметим:

1. Несовместимость аппаратуры с другой аналоговой ВЧ и НЧ аппаратурой, что не позволяет использовать ее совместно с другой аппаратурой в одном канале связи. Для обеспечения совместимости аппаратуры АВК с аналоговой аппаратурой производственного объединения «Нептун» г. Одесса, (аппаратура которого хорошо себя зарекомендовала и широко применяется в энергосистемах республики) энергетикам необходимо дополнительно покупать аппаратуру низкочастотной связи типа АНС. Это ведет к неудобству в эксплуатации, увеличиваются экономические затраты на создание канала связи.

2. Отсутствие встроенных модемов телемеханики, что не позволяет организовать передачу данных телемеханики без дополнительного оборудования.

3. Недостаточный диапазон рабочих частот аппаратуры (32-500 кГц). Тенденция развития каналов ВЧ связи по ЛЭП диктуется увеличением рабочего частотного диапазона до 1 МГц. Необходимость увеличения частотного диапазона до 1 МГц вызвана тем, что занят практически весь диапазон частот от 32 до 500 кГц.

4. Недостаточная выходная мощность аппаратуры.

5. Невозможность организации быстрой перестройки аппаратуры на другие частоты рабочего диапазона в условиях эксплуатации.

6. Сложность изменения конфигурации аппаратуры во время эксплуатации.

7. Невысокая избирательность.

Поэтому нынешняя аппаратура АВК, при всех ее положительных качествах, является достаточно устаревшей и не удовлетворяет современным требованиям по выполняемым функциям, надежности, достоверности передачи информации и организации эксплуатации. Поэтому для того, чтобы сохранить завоеванные нами позиции на рынке средств связи перед техническими службами завода поставлена глобальная задача — разработка технически новой модернизированной системы АВК, которая бы полностью удовлетворяла всем современным требованиям к аппаратуре этого класса.

Специалистами завода разработано техническое задание с учетом всех замечаний, поступивших от потребителей. Техническое задание, этапы и сроки работ согласованы с концерном «Белэнерго» и АО «РОСЭП» г. Москва.

Незамедлительно начался поиск новых технических решений, направленный на решение основных проблем.

Для обеспечения совместимости аппаратуры полностью перераба-

тываются блоки телефонной автоматики аппаратуры, т. к. именно несовместимость этих блоков аппаратуры (в большинстве случаев) не позволяет ее использовать с другой аналоговой ВЧ и НЧ аппаратурой связи и телемеханики в одном канале связи. По рекомендации частоты сигналов управления приняты 1200 и 1600 Гц. Учтена необходимость создания автоматики прямого вызова абонентов.

Для повышения избирательных свойств аппаратуры планируется ввести два преобразования частоты. Первое — на постоянной промежуточной частоте 16 кГц, обеспечивающее основную избирательность аппаратуры. При этом в процессе разработки необходимо обратить особое внимание на характеристики и параметры фильтров промежуточной частоты и степень подавления несущей и второй боковой полосы. Второе преобразование переносит спектр промежуточных частот в высокочастотную часть диапазона, изменяющуюся в соответствии с выбором полосы рабочих частот канала.

Параллельно этой работе ведутся исследования в направлении создания:

- выходного усилителя с повышенной мощностью, отличительной чертой которого является: высокий КПД приближенный к теоретическому за счет уменьшения сквозных токов; высокая линейность и устойчивость; расширенный диапазон частот. Усилитель выполнен с применением отечественных комплектующих широкого применения;

- универсального выходного LC-фильтра, который легко перестраивается во всем диапазоне рабочих частот аппаратуры без дополнительной перемотки и замены (перепайке) элементов фильтра. Создание такого ЛФ значительно упростит перестройку аппаратуры на другие частоты рабочего диапазона непосредственно на месте эксплуатации. Отличительной особенностью фильтра является: высокая линейность в полосе рабочего диапазона частот и повышенная избирательность встроенного модема телемеханики отвечающего следующим требованиям: 2 независимых канала со скоростью по 100 бод; стандартные частоты передачи нуля и единицы, принятые в энергетике; возможность дополнительного подключения двух вне-



ших модемов телемеханики.

Имеется значительная наработка в создании цифрового модема телемеханики, использующего специальный вид модуляции АМС-2 (амплитудная модуляция с двумя уровнями кодирования с помощью специальных аппроксимирующих функций).

Модем будет иметь гибкую возможность по изменению скорости передачи в соответствии с рекомендациями МККТ (3 канала по 100 бит/с, 2 канала = 1 канал/100 бит/с + 1 канал/200 бит/с). Отличительными особенностями модема являются лучшие характеристики по помехоустойчивости, качеству разделения частотных каналов, скорости передачи. Модем выполняется на базе быстродействующего сигнального процессора с применением современной элементной базы.

Предполагается, что цифровым модемом будут оснащаться не только вновь выпускаемые изделия, но и дооснащаться выпущенные ранее и находящиеся в эксплуатации у потребителей.

Решение проблемы, связанной с необходимостью расширения рабочего диапазона частот аппаратуры до 1 МГц, связано с рядом трудностей. Прежде всего требуется коренным образом пересмотреть, а в большинстве случаев, разработать новые узлы ВЧ аппаратуры, работающие на высокой частоте, такие как: модуляторы/демодуляторы автоматической регулировки усиления, усилителя мощности, приемника контрольной частоты, генераторов сетки частот, входных согласующих устройств и т. п. По ряду технических причин существует значительная сложность практической реализации на высоких частотах выходных/входных LC-фильтров на отечественных комплектующих изделиях.

Дополнительно аппаратуру планируется оснастить автоматическим корректором АЧХ линии связи, позволяющим осуществлять корректировку АЧХ линии связи автоматически через определенное время или по запросу обслуживающего персонала с заданной точностью. Корректор управляется специализированной однокристальной ЭВМ. Измерение параметров линии и корректировка ее частотных характеристик осуществляется по команде со стороны приемника или передатчика. Введение такого корректора значительно повысит устойчивость канала связи и упростит наладку и настройку аппаратуры при первичном введении ее в эксплуатацию в канал связи и периодических проверках.

Разработка новых узлов аппаратуры ведется с учетом возможности ее использования, достижений мировой технологии конструирования аналоговых и цифровых систем связи: цифровых синтезаторов для выработки несущих частот преобразований и контрольных

частот, активных преобразователей и фильтров, высокочастотных полупроводниковых приборов, а также последних достижений в области микропроцессорной техники, а это, прежде всего мощные быстродействующие сигнальные процессоры (DSP), однокристальные ЭВМ, программируемых логических интегральных систем (ПЛИС) и высококачественных комплектующих элементов. Широко применяются доступные ранее только для спецтехники высокостабильные кварцевые термостатированные генераторы, малогабаритные трансформаторы, конструкционные материалы.

Работы по модернизации аппаратуры АВК планируется закончить в конце 1999 г. выпуском опытных образцов аппаратуры с последующим проведением испытаний и сертификации. Есть основания прогнозировать на ближайшие 5 лет достаточно обоснованный рынок сбыта новой аппаратуры в сфере замены технически устаревшей аппаратуры в существующих сетях энергосистем из-за того, что:

- улучшатся технико-экономические характеристики и совокупность функциональных возможностей, уменьшатся размеры и стоимость аппаратуры;
- увеличатся объемы и качество передаваемой информации в энергосистеме;
- обеспечится точность стабильность и повторяемость параметров;
- значительно упростится настройка и регулировка в процессе производства и эксплуатации;
- позволит оборудованию адаптироваться к сложным канальным условиям или изменению его характеристик.

В начале 1999 г. на заводе освоено производство новой трехканальной аппаратуры связи и телемеханики АВС ВЛЗ разработанной ГНПО «Агат» г. Минск по договорам с Минтопэнерго РБ 1993-1997 г. Аппаратура имеет ряд оригинальных технических решений, в частности: цифровой фильтр телемеханики для выделения сигнала канала телеинформации на базе микропроцессора КР1867ВМ1, телефонная автоматика на основе ОЭВМ КР1835ВЕ39, выполненная с применением современных микросхем телефонии (приемника — КР1008ВЖ18, передатчика — КР1008ВЖ19), экспандера/компандера (=570), фильтров на переключаемых конденсаторах (МАХ 293 ЕРА), микропроцессора, ОЭВМ, термостатированного генератора («Соната»), кварцевых фильтров (ФП204-566) и элементной базы.

По итогам выпуска 12 комплектов аппаратуры выявлены недостатки блоков АРУ (слабая помехозащищенность), модуляторов/демодуляторов, низкая надежность блоков питания. На заводе планируется провести комплекс ра-

бот по модернизации аппаратуры АВС-ВЛЗ, начало которых намечено на конец 1999 года.

В последнее время на территории СНГ, наметились значительные тенденции и возможности, связанные с разработкой цифровой ВЧ аппаратуры связи и телемеханики, которая характеризуется тем, что в ней применяются цифровые методы обработки и цифровые методы сжатия информации. Однако разработка цифровой аппаратуры силами специалистов завода связана с рядом трудностей:

- малый опыт специалистов в работе с новейшими цифровыми системами;
- большие затраты на ОКР, включая приобретение дорогостоящего оборудования и комплектующих изделий, документации по использованию и применению.

Поэтому специалисты и руководителя нашего предприятия ищут возможность организации совместной разработки цифровой аппаратуры. Такая работа уже ведется с научными и производственными организациями: АО «РО-СЭП» (г. Москва, Россия), ОАО «Шадринский телефонный завод» (г. Шадринск, Курганская область, Россия), энергетической компанией «Трансэнерго» (г. Одесса, Украина), ПО «Нептун» (г. Одесса, Украина), имеющими опыт по конструированию цифровой аппаратуры для энергетиков.

В заключении отметим, что для завоевания и укрепления своих позиций на рынке связи завод принял единственно правильную техническую политику, фундаментом которой является выполнение следующих задач:

- для повышения конкурентоспособности постоянно работать над расширением функциональных возможностей и повышением качества выпускаемого оборудования;
- тесно сотрудничать и установить личный контакт со специалистами и техническими представителями организаций, эксплуатирующих аппаратуру, передовыми научными и разрабатывающими фирмами Республики Беларусь и стран СНГ;
- осуществлять первичный ввод аппаратуры в эксплуатацию силами специалистов завода, ее гарантийный и послегарантийный ремонт;
- осуществлять техническую консультацию и обучение специалистов эксплуатирующих организаций;
- чутко и оперативно реагировать на все замечания, поступающие со стороны эксплуатирующих организаций, по возможности осуществлять исследования причин аварий и выхода аппаратуры и блоков из строя;
- глубоко изучать, анализировать и учитывать мировой опыт эксплуатации аппаратуры в энергосистемах;
- создавать оперативную комплексную систему: маркетинг-разработка-производственно-индивидуальный проект системы заказчика;
- поддерживать и совершенствовать традиционно высокую культуру производства, обеспечивать высокое качество, надежность продукции.

Наряду с интенсивно развивающимися в энергосистемах новыми видами каналов связи (в первую очередь волоконно-оптическими) ВЧ-связь по высоковольтным линиям будет использоваться еще достаточно долго. Поэтому совершенствование аппаратуры ВЧ связи является актуальной задачей.

