

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТКРЫТОГО ТИПА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
СЕТЕВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

АО РОСЭП

**РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Ноябрь

Москва 1998

СОДЕРЖАНИЕ

**информационные и методические материалы
по проектированию, строительству и эксплуатации
сельских электрических сетей**

стр.

04. Средства диспетчерского и технологического управления

ИММ N 04.02-98 от 21.07.98

Системы передачи информации РЭС..... 3

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских
электрических сетей**

21.07.98

04.02-98
N _____

Москва

**Системы передачи и
информации РЭС**

В дополнение к ИММ N 04.01-98 от 17.03.98 “Предложения по автоматизации и телемеханизации распределительных сетей”, которые были приведены в РУМ-98 N 5, публикуем продолжение данной темы раздел “Системы передачи информации РЭС”.

Приложение : упомянутое.

Зам. Генерального директора
АО РОСЭП

А.С.Лисковец

3. СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ РЭС.

Для создания автоматизированных систем управления АСДУ РЭС, АСКУЭ, АСУТП необходим комплекс взаимосвязанных технических средств, с помощью которых создаются системы передачи информации для оперативно-диспетчерского управления (каналы диспетчерской телефонной связи, каналы для передачи телемеханической информации), противоаварийной автоматики (каналы телеотключения, релейной защиты, телерегулирования), технологического и административно-хозяйственного управления (каналы технологической телефонной связи, телеграфные каналы и т. д.).

Комплекс технических средств включает в себя аппаратуру, образующую канал связи, интеллектуальные средства телемеханики и вычислительную технику.

Внедрение автоматизированных систем управления резко повышает требования к качеству и надежности аппаратной базы систем передачи информации, к качеству проектирования, при котором определяется структура каналов связи, объем телемеханической информации и способы ее обработки.

В энергетике используются следующие каналы связи:

- высокочастотные по воздушным линиям электропередачи;
- радиоканалы связи в УКВ диапазоне;
- радиорелейные линии связи;
- кабельные линии связи;
- физические цепи и каналы по уплотненным воздушным линиям связи;
- арендованные каналы общегосударственной сети Министерства связи РФ и других ведомств;
- оптоволоконные (световодные) каналы связи;
- спутниковые каналы связи.

В РЭС предусматриваются следующие виды электрической связи: диспетчерская, технологическая, внутриобъектная, местная телефонная связь, каналы связи для передачи телеинформации.

Связь организуется с диспетчерским пунктом ПЭС, подразделениями, входящими в РЭС, энергообъектами, находящимися в управлении РЭС по некоммутируемым или групповым телефонным каналам связи.

Для организации каналов связи диспетчерской и технологической связи могут использоваться высокочастотные каналы связи по ВЛ, проводные линии связи, радиорелейные линии связи и УКВ радиосвязь.

3.1. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ.

Около половины всех каналов связи, применяемых для систем передачи информации, составляют высокочастотные каналы связи.

В РЭС, в основном, применяются высокочастотные каналы связи. Альтернативы этим каналам пока нет. По этим каналам передаются телефонные переговоры, сигналы телемеханики, противоаварийной автоматики, АСКУЭ.

Этот способ передачи информации сохранит свои позиции в обозримом будущем из-за своей высокой надежности, относительной дешевизны и удобства эксплуатации, а также благодаря появлению новых возможностей, связанных с переходом к новой элементной базе и цифровым методам обработки и передачи информации.

По мнению ВНИИЭ (Доклад Шкарина Ю.П. на семинаре РАО "ЕЭС России" "Электрические сети - современное оборудование и технологии" ВВЦ, 10 сентября 1997 г.) ВЧ каналы будут использоваться в энергетике еще длительное время для построения систем передачи информации.

Это подтверждается информацией, получаемой ВНИИЭ по линии Исследовательского комитета N/S (Телекоммуникация) СИГРЭ, в котором создана рабочая группа РР35-9 по разработке рекомендаций по применению цифровых каналов по ЛЭП.

Исследовательский комитет N35 выпустил "Руководство по проектированию сетей связи в Электроэнергетике", в котором даются рекомендации по созданию цифровых сетей каналов связи (спутниковые, оптоволоконные).

Рекомендуются ВЧ каналы связи, как наиболее дешевые и надежные.

Это мнение подтверждается достаточно активной деятельностью Западных фирм в области разработки новых принципов построения аппаратуры для передачи информации по ВЛ.

Анализ информационной документации зарубежных фирм, занимающихся разработкой аппаратуры для организации ВЧ каналов связи показал, что в настоящее время разработка новых принципов передачи сигналов и самой аппаратуры идет в двух направлениях.

В первом направлении в линию электропередачи подаются аналоговые ВЧ сигналы с частотным разделением между различными видами информации, однако аппаратура построена таким образом, что перенос тонального спектра частот в высокочастотный спектр выполняется с помощью цифровой обработки сигнала на базе микропроцессорной техники. В такой аппаратуре остаются неизменными линейные и входные LC фильтры, дифсистема и некоторые узлы, а все тональные фильтры, преобразователи, модуляторы, демодуляторы, делители, умножители выполняются с помощью микропроцессорной техники с сохранением полосы частот, занимаемой каналом, объемом передаваемой информации, требуемого соотношения сигнал / помеха и других входных и выходных параметров аппаратуры. Эту аппаратуру условно можно назвать аппаратурой второго поколения.

По сравнению с аналоговой аппаратурой, (аппаратурой первого поколения) эта аппаратура позволяет получить следующие преимущества:

- значительное сокращение веса, габаритов, электропотребления, трудоемкости изготовления за счет применения микропроцессорной техники и отказа от громоздких фильтров, что позволит значительно сократить цену;

- изменение многих параметров аппаратуры в процессе эксплуатации программным путем (конфигурации НЧ окончаний, входные / выходные уровни, рабочие полосы частот);

- большие возможности по самоконтролю за работой аппаратуры с сигнализацией о выходе параметров аппаратуры за заданные пределы.

Адаптация этой аппаратуры к действующей сети, построенной на аппаратуре первого поколения, не вызовет затруднения, т. к. входные и выходные параметры у них одинаковы.

Второе направление характеризуется переходом к цифровой ВЧ связи с временным разделением между сигналами различных видов информации.

Скорость передачи цифрового потока может достигать 80 кб/с

(64 кб/с - основной цифровой канал и 8 кб/с - служебный канал). При этом также используется техника быстрой цифровой обработки сигнала, которая используется не только для преобразования в линии необходимого ВЧ спектра, но и для сжатия передаваемой информации, что позволяет увеличить информационную емкость канала в два - три раза в зависимости от степени сжатия. В аппаратуре, использующей второе направление (аппаратура третьего поколения) применяются сложные виды модуляции, которые позволяют получить:

- увеличение в два - три раза объема передаваемой информации по сравнению с аналоговой аппаратурой, занимающей ту же полосу частот;

- улучшение качества передаваемой информации;

- возможность включения таких каналов в общую интегрированную цифровую сеть связи электроэнергетики на всех уровнях.

Необходимо отметить некоторые особенности цифровых каналов:

- соотношение сигнал / помеха на входе приемника должно быть более высоким, чем для аналоговых систем. Так, например, при скорости передачи 32 кб/с требуется соотношение сигнал / помеха - 30 дБ;

- возможность задержки сигнала при скачкообразном изменении затухания и при кратковременном воздействии импульсных помех с большими уровнями.

Адаптация аппаратуры третьего поколения в действующей сети с ранее выпускаемой аппаратурой первого и второго поколений не вызовет трудностей ни в части присоединения к ВЛ, ни в части электромагнитной совместимости. Однако при применении этой аппаратуры необходимо учитывать выше приведенные особенности.

3. 1.1 Анализ отечественной техники для ВЧ связи.

В России и странах СНГ для распределительных сетей 35-110 кВ, в основном, применялась аппаратура ВЧ каналов связи производства Одесского завода "Нептун" (АВС-РС, АВС-1, АВС-3), Ростовского завода "Энергосвязьавтоматики" (СПИ-122, СПИ-244), Могилевского завода "Зенит" (АВК).

Особенностью распределительных сетей является то, что большинство подстанций этой сети работают без постоянного дежурного персонала. Сеть связи строится так, чтобы была обеспечена связь нескольких подстанций с диспетчером района или предприятием электросетей. При этом один из пунктов канала связи, на котором находится диспетчер, должен иметь связь со всеми подчиненными подстанциями, а подчиненные подстанции могут не иметь связи друг с другом. Кроме того, нет необходимости в одновременной телефонной связи диспетчерского пункта с подчиненными подстанциями.

Такие сети связи выполняются с использованием только двух полос частот, как для связи между двумя пунктами. При этом приемники аппаратуры на всех подстанциях рассчитаны на прием в полосе передатчика диспетчерского пункта. Передатчики аппаратуры на всех подстанциях работают в одной полосе частот, на которую настроен приемник на диспетчерском пункте.

Аппаратура снабжается телефонной автоматикой, при помощи которой осуществляется избирательный вызов абонента.

3.1.1.1. Аппаратура АВС-РС.

Аппаратура АВС-РС выпускается заводом "Нептун", г. Одесса с 1985 г.

АВС-РС позволяет организовать телефонную связь диспетчера и один полудуплексный телемеханический канал с 4 подстанциями.

В аппаратуре применено двойное преобразование частоты, причем для выделения промежуточной частоты используются электромеханические фильтры со средней частотой полосы пропускания 88 или 102 кГц, что упрощает подавление зеркального канала приема, но требует применения двух модификаций электромеханических фильтров, т.к. промежуточная частота находится в пределах рабочего диапазона частот.

Для разделения полос телефонного и телемеханического каналов в аппаратуре имеются неперестраиваемые разделительные фильтры. Полоса частот телефонного канала 300-2300 Гц, канала телемеханики 2800-3000 Гц.

АВС-РС предусматривает возможность работы с удаленным низкочастотным терминалом АНС.

Диапазон рабочих частот аппаратуры 36-600 кГц перекрывается с шагом 4 кГц при помощи синтезатора частот, который построен на двоичных делителях, сумматорах и полосовых фильтрах для выделения рабочей частоты

Суммарная выходная мощность телефонного, телемеханического и контрольного сигналов составляет 4 Вт.

Диапазон АРУ, работающей по контрольному сигналу, - 40 дБ.

Подавление внеполосных излучений -50 дБ.

Недостатками АВС-РС являются :

- полудуплексный телемеханический канал;
- недостаточное подавление внеполосных излучений;
- невозможность перестройки в процессе эксплуатации на другие частоты в пределах рабочего диапазона;
- недостаточен диапазон верхних рабочих частот.

3.1.1.2. Аппаратура высокочастотная каналообразующая АВК.

Аппаратура АВК специально предназначена для распределительных сетей 35-110 кВ и выпускается заводом "Зенит" г. Могилев с 1992 г. Разработка АО "РОСЭП".

АВК состоит из диспетчерского полукомплекта, в который входят: низкочастотный терминал ТНЧ, высокочастотный терминал ТВЧ, и терминала контролируемого пункта ТКП, которых может быть до 4-х в канале.

АВК позволяет организовать телефонную связь и один полудуплексный канал телемеханики между диспетчерским и контролируемыми пунктами, причем ТНЧ и ТВЧ соединяются между собой двумя телефонными парами и могут быть удалены друг от друга на расстояние до 5 км без применения аппаратуры уплотнения.

В АВК формирование ОБП осуществляется однократным преобразованием частоты фазоразностным методом, что существенно упрощает построение аппаратуры и не требует применения полосовых фильтров с высокой избирательностью.

Для устранения разности частот на передаче и приеме применяется автоподстройка частоты опорного кварцевого генератора синтезаторов частот в ТКП по сигналу приглушенной несущей, передаваемой с ТВЧ. Она же используется для работы АРУ .

Рабочий диапазон частот АВК 32-500 кГц перекрывается с шагом	4 кГц.
Суммарная выходная мощность	4 Вт.
Полоса частот телефонного канала	300 ... 2000 Гц.
Полоса частот канала телемеханики	2700 ... 3400 Гц.
Полоса частот контрольного сигнала (приглушенной несущей)	0 - 25 Гц.
Диапазон работы цифровой АРУ	62 дБ.
Избирательность по соседнему каналу не менее	100 дБ.
Подавление неиспользуемой боковой полосы не менее	45 дБ.

Недостатками аппаратуры АВК являются: полудуплексный телемеханический канал, малое подавление внеполосных излучений, неполное использование надтонального спектра из-за применения разделительных фильтров невысокого порядка, недостаточен диапазон верхних рабочих частот.

Аппаратуру АВК нельзя перестроить на другие частоты в процессе эксплуатации поскольку потребуются замена элементов, определяющих частоту настройки.

3.1.1.3. Аппаратура системы передачи информации типа СПИ.

Аппаратура СПИ является оконечной станцией высокочастотной связи и выпускается в одноканальном (СПИ 122) и в двухканальном (СПИ 244) исполнении заводом "Энергосвязьавтоматика", г. Ростов-на-Дону.

Оконечная станция (полукомплект) аппаратуры СПИ имеет следующие конструктивные варианты исполнения: разнесенный и неразнесенный.

В разнесенном варианте в полукомплект аппаратуры входят:

- низкочастотная стойка СПИ-244Н;
- высокочастотная стойка СПИ-244В.

В полукомплект одноканальной аппаратуры СПИ-122 входит совмещенная стойка СПИ-122С.

Полукомплект аппаратуры СПИ-244 совместно с двумя полукомплектами СПИ-122С образуют для диспетчера два независимых канала, связывающих его с 2 объектами энергосистемы.

В аппаратуре применено двойное преобразование частоты с частотой первого преобразования ниже рабочего диапазона частот. Для выделения промежуточной и рабочей полос используются сложные LC-фильтры. СПИ ограничивает спектр телефонного сигнала частотами 300-2300 Гц и имеет выделенный канал телемеханики, в котором устанавливаются 2 модема: один на скорость 100 Бод и средней частотой 2640 Гц, второй на скорость 200 Бод и средней частотой 3000 Гц.

Диапазон рабочих частот СПИ- 40-500 кГц перекрывается с шагом 4 кГц.

Номинальная мощность передачи одноканальной аппаратуры - 8-10 Вт;
двухканальной - 4 Вт на каждый канал.

Аппаратура СПИ по своим основным параметрам удовлетворяет требованиям МЭК. Но она выполнена на устаревшей элементной базе (германиевых транзисторах), имеет большие габариты и вес, недостаточен диапазон верхних рабочих частот, отсутствует сервисное оборудование.

3.1.1.4. Аппаратура каналов связи и телемеханики по линиям электропередачи АКСТ ("Линия").

Аппаратура АКСТ предназначена для организации от одного до шести дуплексных каналов связи, с возможностью их частотного уплотнения модемами телемеханики, до трех в каждом канале. Кроме того, она может обеспечить дуплексную передачу до 10 единичных сигналов состояния внешних систем.

Аппаратура АКСТ подготовлена к выпуску на заводе телефонной аппаратуры г. Шадринск, Курганской области.

В АКСТ применено двойное преобразование частоты, причем промежуточная частота выбрана выше рабочего диапазона частот и равна 5 мГц. Выделение ОБП

производится высокоизбирательным кварцевым фильтром. Его избирательность, хотя и удовлетворяет техническому заданию на ОКР, но не удовлетворяет требованиям МЭК.

Такое построение аппаратуры упрощает фильтры передатчика и приемника, т.к. зеркальная частота располагается далеко за пределами рабочей полосы частот, но повышает требования к стабильности характеристик кварцевого фильтра и к стабильности частоты генератора первого преобразования.

В АКСТ имеется сервисный блок, который обеспечивает контроль, измерение и индикацию технических параметров с воспроизведением их на трех строчном жидкокристаллическом дисплее как местной, так и удаленной станции.

Диапазон рабочих частот аппаратуры - от 32 до 1000 кГц.

Номинальная мощность передачи - 10 и 50 Вт.

Недостатком аппаратуры АКСТ является то, что она не подходит для распределительных сетей, т.к. не позволяет организовать каналы связи диспетчера с разными подстанциями с использованием n-канальной станции у диспетчера и одноканальных станций на энергообъектах из-за недостаточной избирательности (меньше 80 дБ) по соседнему каналу. Кроме того в АКСТ отсутствует разнесенный вариант.

3.1.1.5. Аппаратура высокочастотной связи АВС-О

Аппаратура АВС-О подготовлена к выпуску на Ульяновском радиозаводе.

Аппаратура АВС-О состоит из двух терминалов: АВС-О-НЧ и АВС-О-ВЧ, соединение между которыми осуществляется по стандартному тональному каналу тональной частоты или по физическим линиям с затуханием до 17 дБ.

Рабочая частота терминала АВС-О-ВЧ выбирается в диапазоне частот от 36 до 1000 кГц с шагом 4 кГц.

Преобразование телефонного спектра в ОБП двукратное, квадратурное, причем в качестве первого преобразования используется квадратурный модулятор с опорной частотой 4000 Гц. На выходе модулятора выделяются обратные спектры (300-3700 Гц), сдвинутые на 90 градусов, которые отфильтровываются фильтрами низкой частоты от спектров 4300-4700 Гц.

Эти обратные спектры поступают на квадратурный модулятор, на выходе которого формируется сигнал ОБП фазоразностным методом.

В приемнике все преобразования осуществляются в обратном порядке.

В терминале АВС-О-ВЧ имеются:

- пятичастотный корректор АЧХ в тракте передачи с пределами регулирования +/- 6 дБ;
- автоподстройка частоты для ликвидации сдвига частот;
- динамический диапазон приемника - 35 дБ;
- чувствительность приемника минус - 25 дБм;
- выходная мощность - 40 Вт;
- диапазон работы АРУ - 30 дБ.

В терминале АВС-О-НЧ имеются:

- компандер телефонного сигнала с динамическим диапазоном 50 дБ;
- корректор АЧХ трехчастотный с пределами коррекции +/-3 дБ;
- фильтры ДК (полоса частот телефонного канала 0,3 - 2,4 кГц;
полоса частот канала телемеханики 2,64 - 3,4 кГц);
- устройство автоматического соединения абонентов с протоколом работы АДАСЭ.

Габаритные размеры и масса:

- АВС-О-НЧ 255 x 600 x 280 мм, вес - 23 кг;
- АВС-О-ВЧ 255 x 600 x 560 мм, вес - 40 кг.

3.1.2. Анализ зарубежной аппаратуры высокочастотной связи по линиям электропередач

3.1.2.1. Аппаратура высокочастотной связи ЕТ7

Аппаратура многоканальной ВЧ связи ЕТ7 выпускается фирмой ISKRA SYSEN, Словения.

ЕТ7 применяется для организации каналов телефонной связи, телемеханики, передачи команд дистанционной защиты.

В аппаратуре для выделения ОБП применено двойное преобразование частоты с промежуточной частотой 16 кГц, что требует применения высокоизбирательных полосовых фильтров промежуточной и рабочей частот.

Для переноса спектра в качестве генераторов применяются синтезаторы частот с фазовой автоподстройкой частоты по сигналу опорного кварцевого генератора

Контрольный сигнал, используемый для автоматической регулировки усиления и для синхронизации опорного кварцевого генератора на ведомой станции, располагается на частоте 3870 Гц за пределами эффективно передаваемого диапазона 300-3720 Гц.

В ЕТ7 применены программируемые низкочастотные фильтры, которые задают частоту среза телефонного канала, полосу пропускания канала телеинформации. Телеинформационные сигналы при работе без транзита могут передаваться без телемеханических фильтров, однако при осуществлении транзита такие фильтры должны устанавливаться в аппаратуре.

В ЕТ7 применяется либо встроенная, либо выносная низкочастотная секция. Выносной НЧ терминал подсоединяется к аппаратуре ЕТ7 4-х проводным контрольным кабелем с затуханием не более 26 дБ.

Для выравнивания перекосов частотной характеристики ВЧ канала в трактах промежуточной частоты применены амплитудные выравниватели, а в случае применения выносного НЧ терминала для компенсации частотных искажений кабеля применяются НЧ выравниватели.

Диапазон рабочих частот аппаратуры ET7 от 32 до 600 кГц, но может быть и другим в зависимости от заказа, перекрывается с шагом 4 кГц при помощи программируемого синтезатора сетки частот на передаче и приеме.

По своим характеристикам аппаратура ET7 полностью соответствует требованиям МЭК и может работать на сближенных и разнесенных частотах.

Выходная мощность аппаратуры 10, 20, 40, 80 Вт

Избирательность приемника при отстройке на 0,3 кГц от края полосы канала не менее 70 дБ, а при отстройке на 4 кГц не менее 110 дБ.

В аппаратуре предусмотрена система контроля и измерений в телефонном и телемеханическом трактах, а также аварийная сигнализация.

ET7 позволяет организовать связь диспетчера с контролируруемыми пунктами путем установки на диспетчерском пункте многоканального комплекта ET7n (где n - от 2 до 6), а на контролируемых пунктах одноканальную аппаратуру ET71, при этом будет занята полоса частот 4n кГц, и каждый контролируемый пункт будет иметь выделенный канал связи.

Недостатком аппаратуры ET7 является то, что ее нельзя перестроить в процессе эксплуатации на другие частоты диапазона, и отсутствуют встроенные модемы телемеханики.

3.1.2.2. Система высокочастотной связи ESB 500.

Система высокочастотной связи ESB 500 предназначена для передачи, речи телеинформации и сигналов защиты. Она выпускается фирмой SIEMENS, ФРГ.

В ESB 500 используется двойное преобразование частоты для формирования ОБП с подавленной несущей.

Особенностью аппаратуры является использование для преобразователей промежуточной и несущей частот общего генератора, который также используется для генерирования пилот-сигнала и служебного сигнала. Аппаратура выпускается в одноканальном и многоканальном (от 2 до 6 каналов) вариантах.

Стабильность частоты генераторов несущей не хуже	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$.
Диапазон рабочих частот аппаратуры	35-500 кГц
перекрывается с шагом	4 кГц.
Выходная мощность	20 и 80 Вт.
Передатчики с выходной мощностью - 160 Вт	поставляются по заказу.

Чувствительность приемника при разнесенных полосах передачи и приема минус 38 дБм (по пилот-сигналу); при сближенных полосах минус 34 дБм.

Для служебных сигналов используется телемеханический канал 119 (fv 2610 Гц) или 129 (fv 3810 Гц) в зависимости от полосы пропускания НЧ тракта.

Питание аппаратуры осуществляется от сети переменного тока 110, 127, 220, 240 В с допуском +10%, -15%.

При использовании дополнительного преобразователя питание осуществляется от батарей на 24, 110 и 220 В пост. тока.

Максимальное потребление аппаратуры при выходной мощности 20 Вт составляет 90 Вт.

Для проведения проверок в ESB 500 имеется встроенный измерительный блок и сигнализация.

По своим электрическим параметрам ESB 500 соответствует требованиям МЭК и может быть использована в распределительных сетях аналогично аппаратуре ET7. Недостатком ESB 500 является отсутствие встроенных модемов, разнесенного варианта и недостаточен верхний диапазон частот.

3.1.2.3. Аппаратура высокочастотной связи ZAP 51

Одноканальная аппаратура ZAP 51 применяется для организации каналов телефонной связи, телемеханики и телезащиты и выпускается фирмой EB NERA.

В ZAP 51 применено двойное преобразование частоты с подавленной несущей. Спектр промежуточной частоты 20-24 кГц.

Рабочие частоты размещаются:

- а) инвертированные диапазоны 36-500 кГц;
- б) прямые диапазоны 80-500 кГц.

Номинальная полоса частот 4 кГц. Пилот-сигнал имеет частоту 4 кГц.

Эффективно используемая полоса частот 300-3840 Гц.

Выходная мощность номинальная 20 Вт, высокая 80 Вт.

При номинальной мощности передачи 20 Вт полосы передачи и приема могут быть сближенными. При высокой мощности рекомендуется минимальный разнос полос передачи и приема в 4 кГц.

Стабильность несущих частот в диапазоне температур от 0° до 45° С не хуже $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, причем частоты могут быть синхронизированы по пилот-сигналу.

Аппаратура ZAP 51 не имеет разнесенного варианта, но содержит в своем составе телефонный канал, два модема телемеханики, сервисное оборудование и сигнализацию.

Модемы телемеханики перестраиваются по частоте и скорости переключками. Полосы пропускания телефонного канала также выбираются установкой переключек. Для организации транзитных каналов телемеханики поставляются транзитные фильтры по отдельному заказу.

Одноканальная аппаратура ZAP 51, обладая высокими электрическими параметрами и хорошей комплектацией, требует большого количества оборудования при организации многоканальной связи в распределительных сетях.

3.1.2.4. Аппаратура высокочастотной связи ЕТІ.

Аппаратура ЕТІ предназначена для организации каналов телефонной связи, телемеханики и телезащиты. Она выпускается фирмой BROWN BOVERI.

ЕТІ выпускается в одноканальном и двухканальном вариантах. Она работает по принципу передачи ОБП, которая получается двойным преобразованием .

В двухканальной версии верхняя полоса используется для первого канала, а нижняя (инверсная) для второго канала.

В состав аппаратуры входят:

- низкочастотный мультиплексор;
- базовый блок;
- усилитель мощности.

Рабочий диапазон частот ЕТІ 24-500 кГц с шагом сетки 4 кГц.

Выходная мощность аппаратуры:

- ЕТІ 21(одноканальная), ЕТІ 22(двухканальная) - 20 Вт;
- ЕТІ 101(одноканальная), ЕТІ 102(двухканальная) - 100 Вт

Размещение частот при параллельной работе на общую линию:

- передатчик по отношению к своему приемнику не менее - 4 кГц;
- передатчик по отношению к соседнему передатчику - 12 кГц минимум;
- передатчик по отношению к соседнему приемнику - не менее 8 кГц;
- приемник по отношению к соседнему приемнику - не менее 4 кГц.

Питание ЕТІ осуществляется, либо от сети переменного тока 110, 220 В +/- 15%, либо от батареи 48-60 В пост. тока.

Дополнительно только аппаратура ЕТІ 21 и ЕТІ 22 с выходной мощностью 20 Вт может получать питание от батареи 24 В.

ЕТІ обеспечивает всего только два канала связи, не имеет встроенных модемов и не работает на сближенных частотах, недостаточен диапазон верхних рабочих частот.

3.1.2.5. Система высокочастотной телефонной связи по линиям электропередачи высокого напряжения типа ОРС-1.

Аппаратура ОРС-1 производится фирмой DIMAT, Испания.

ОРС-1 выпускается в одноканальном и двухканальном исполнении с выходной мощностью 5, 20, 40, 80 Вт.

В аппаратуре применено тройное преобразование частоты. В передатчике первое преобразование происходит на частоте 12 кГц и фильтр первой ПЧ осуществляет основное подавление соседней полосы, второе преобразование переносит спектр на частоту 765 кГц и третье преобразование переносит спектр в рабочий диапазон.

В приемнике происходит обратный перенос.

Такое построение при постоянных настройках первой и второй промежуточных частот обеспечивает высокие электрические показатели в части избирательности по

соседнему и зеркальному каналам, по подавлению неиспользуемых полос преобразования.

Первый канал в аппаратуре ОРС-1 - прямой, второй - инверсный. Для того, чтобы всю низкочастотную полосу от 300 до 3850 Гц отдать в распоряжение пользователя пилот-сигнал размещен на виртуальной частоте 150 Гц.

Благодаря более сложному построению схемы ОРС-1 легко перестроить на любую частоту в пределах рабочего диапазона частот. Перестройка осуществляется с помощью персонального компьютера IBM PC, который подключается к аппаратуре по стыку RS-232C, причем установка уровней, полосы пропускания фильтров, как на местной, так и на удаленном терминалах осуществляется с одного компьютера за счет использования контрольного канала.

Такая система позволяет управлять и контролировать с одного места все параметры аппаратуры,

Единственная ручная перестройка заключается в том, чтобы по данным компьютера в линейном фильтре передатчика и фильтре приемника (если он имеется) установить микропереключатели в нужное положение. Программное обеспечение поставляется вместе с аппаратурой.

Диапазон рабочих частот аппаратуры от 40 до 500 кГц перекрывается с шагом 1 кГц.

Полосы передачи и приема могут быть : прямыми, инвертированными, соседними или разнесенными.

Все параметры аппаратуры соответствуют требованиям МЭК.

Частоты среза фильтров телефонного канала программируются от 2000 до 3400 Гц. Полоса тракта телемеханики программируется от 1,06 F_{ср} до 3850 Гц

(F_{ср} - частота среза телефонного фильтра).

ОРС-1 комплектуется модемами телемеханики, но не имеет отдельного низкочастотного терминала. Кроме того, она обеспечивает только 2 канала связи и недостаточен диапазон верхних рабочих частот.

Для увеличения количества каналов необходимо устанавливать несколько комплектов аппаратуры.

В ОРС-1 применены микропроцессоры для цифровой обработки сигналов и высококачественной фильтрации устройствами с коммутируемыми конденсаторами.

3.1.2.6. Устройства высокочастотной связи ETL

3.1.2.6.1. Универсальные устройства высокочастотной связи ETL 41 (42) выпускаются фирмой АВВ.

Устройства ETL предназначены для передачи телефонии, телемеханики и сигналов дистанционного отключения.

Диапазон частот ETL 24-500 кГц перекрывается с шагом 1 кГц.

Выходная мощность 40 и 80 Вт.

Максимальное количество каналов 4. В ETL используются программируемый канал НЧ связи, который при общей полосе 300 - 3850 Гц при многофункциональном режиме работы подразделяется на поддиапазоны для речевых и уплотненных телеинформационных каналов при помощи программируемых фильтров на коммутируемых конденсаторах.

При необходимости пилот-сигнал, работающий обычно на частоте 3780 Гц, может быть перепрограммирован на любую из 4 возможных частот.

При организации переприема транзитные фильтры с цифровой обработкой сигнала дают возможность переключать отдельные каналы на последующие участки трассы, в то время как другие каналы оканчиваются на месте. Границы диапазонов можно устанавливать индивидуально с шагом 60 Гц микропереключателями.

Если в процессе эксплуатации появится необходимость изменить параметры фильтров, то потребитель сам в состоянии это сделать.

В ETL формирование ОБП выполнено двойным преобразованием.

Устройство ETL имеет модульный принцип построения. Основное устройство ETL имеет мощность 40 Вт, что достаточно для большинства применений. Мощность можно повысить до 80 Вт путем дальнейшего подключения силового оборудования. Два оконечных усилителя подключаются на выходе через дифсистему и питаются от независимых источников. При отказе одного усилителя второй будет продолжать работать.

Конструкция ETL допускает наращивание до 4 каналов добавлением канального оборудования, причем основные блоки почти идентичны.

Комплектация канальных блоков интерфейсами производится по спецификации проекта.

Интерфейсы устройства ETL:

- для передачи телемеханических сигналов от внешних модемов (до 3) используется телемеханический интерфейс с тремя отдельными входами и тремя отдельными выходами, уровни в которых регулируются по отдельности. Интерфейс можно комплектовать программируемым транзитным фильтром, который можно включать, как в тракт приема, так и в тракт передачи.

- для 2 и 4 проводной телефонной связи используется телефонный интерфейс, в котором граничная полоса речи устанавливается с шагом 200 Гц. Для удаленных абонентов используется интерфейс удаленного абонента.

- для передачи телеинформации используются модемы NSK5, которые являются полностью программируемыми по частотам передачи и приема, по скорости передачи и приема и по уровню передаваемого и принимаемого сигналов;. Программирование осуществляется переключателями и перемычками.

Недостатком устройства ETL является отсутствие разнесенного варианта.

3.1.2.7. Аппаратура высокочастотной связи ETL 500

Аппаратура высокочастотной связи ETL 500 выпускается фирмой АВВ и принципиально отличается от ETL 41 тем, что в ней применен метод прямого цифрового синтеза одной боковой полосы частот за счет использования новых мощных сигнальных процессоров.

В аппаратуре несущая частота, частотный диапазон и ширина диапазона программируются посредством интерфейса оператора с персонального компьютера и, при необходимости, могут изменяться пользователем в процессе эксплуатации.

Метод однократной модуляции переносит низкочастотный спектр в рабочую полосу высокочастотного канала связи без применения промежуточных частот. Отсутствие аналоговых устройств и сложных фильтров улучшает стабильность работы аппаратуры.

Техника цифровой обработки сигналов позволила применить в аппаратуре автоматический эквалайзер, который используется для компенсации неизбежных изменений частотных и фазовых характеристик канала связи.

Все параметры аппаратуры устанавливаются оператором через интерфейс оператора путем использования специальной программы, устанавливаемой в компьютер, работающий в среде Windows. Например, все установки необходимые для смены частоты передачи, запуск автоматического эквалайзера канала, как на передачу, так и на прием.

Встроенный служебный телемеханический канал дает возможность наблюдать за состоянием аппаратуры дальнего конца и дистанционно проводить наиболее важные регулировки.

Основные параметры аппаратуры:

- диапазон частот - 24 - 500 кГц;
- уровень перекрестных помех в комбинированном канале связи - менее 50 дБм0;
- ослабление перекрестных влияний между каналами в многоканальной аппаратуре более 50 дБ.

подавление внеполосных излучений:

- на краях полосы частот - 60 дБ,
- при отстройке на 4 кГц от края полосы частот - 70 дБ;
- при отстройке на 8 кГц от края полосы - 80 дБ;
- подавление гармоник - 80 дБ;
- выходная пиковая мощность - 40 Вт.

Параметры приемника:

- чувствительность (минимальный уровень пилот-сигнала) -30 дБм;

избирательность:

- при отстройке на 300 Гц от края полосы - 70 дБ;
- при отстройке на 4 кГц от края полосы - 100 дБ;

В аппаратуру по заказу устанавливаются модемы NSK 5 и устройство телезащиты NDD550, которые выполнены на микропроцессорах и в процессе эксплуатации их можно перестраивать на разные частоты и скорости передачи.

При условии стабильного соотношения сигнал/шум более 30 дБ и редких помех в виде скачков напряжения, затухания и импульсных помех можно передавать данные со скоростью до 9600 Бод. В этом случае высокоскоростной модем с соответствующим оборудованием может сжать сигналы речи и данных и таким образом увеличить пропускную способность канала.

Данная аппаратура полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к каналам ВЧ связи по ВЛ, но не имеет разнесенного варианта, который необходим для распределительных сетей России.

3.1.2.8. Аппаратура высокочастотной связи 1790 SS (фирма ALKATEL).

Аппаратура предназначена для организации канала связи для передачи сигналов речи, телемеханики и телезащиты.

Аппаратура выпускается в одно и двухканальном вариантах с выходной мощностью 20 и 40 Вт в диапазоне частот от 32 до 500 кГц, который перекрывается с шагом 1 кГц.

Особенностью аппаратуры является то, что она преобразует низкочастотные аналоговые сигналы (телефонный канал) в цифровую форму, производит в цифровой форме фильтрацию, модуляцию и выделение одной боковой полосы частот. Затем оцифрованный сигнал однополосной амплитудной модуляции переводится в аналоговую форму, усиливается усилителем мощности и через линейный фильтр передается в линию.

При приеме высокочастотный сигнал после фильтра приема и узла автоматической регулировки усиления поступает на аналого-цифровой преобразователь. Сигнал в цифровой форме демодулируется, фильтруется и затем, с помощью преобразования цифра-аналог, аналоговый сигнал поступает в телефонный аппарат.

Благодаря применению микропроцессоров для обработки сигналов в реальном масштабе времени аппаратура 1790 SS имеет высокую повторяемость электрических параметров, которые соответствуют МЭК, не нуждается в настройке в процессе производства и эксплуатации.

При необходимости аппаратура может быть перепрограммирована на любую частоту в пределах рабочего диапазона установкой перемычек.

3.1.2.9. Цифровая аппаратура высокочастотной связи А.С.Е. 32

Цифровая аппаратура высокочастотной связи А.С.Е. 32 разработана фирмой АВВ NERA AS и соответствует всем требованиям стандартов МЭК 495 (издания 1993 г.).

Аппаратура предназначена для передачи телефонии, данных и телезащиты.

Скорость передачи информации составляет 32 кбит/с плюс 4,8 кбит/с для каналов телезащиты.

А.С.Е. 32 имеет 4-хпроводное окончание и сервисный телефон для прямой связи между терминалами. Сервисный телефон использует любой из 3 речевых каналов.

Речевой канал может быть использован только для речи (передача факс и модемных сигналов невозможна).

Речевой канал служит для передачи телефонии и сигнала управления. Качество речи в системе с речевыми кодеками может быть оценено только субъективно. Качество лучше чем в аналоговой ВЧ аппаратуре связи. Задержка речевого сигнала в канале связи не превышает 30 мс.

Интерфейс речевого канала может подключаться к любому аналоговому каналу с полосой пропускания от 0,3 до 2,0, 2,2, 2,4, или 3,4 кГц.

Для передачи данных в аппаратуре можно организовать 9 асинхронных каналов, причем два из них можно заменить синхронными и анизохронными каналами (или по одному каждого типа).

Асинхронные каналы имеют скорости передачи от 300 до 19200 бит/с.

Синхронные каналы имеют скорости передачи 2400, 4800, 9600, 19200 бит/с.

Анизохронные каналы имеют скорости передачи от 0 и до 1200 Бод.

Принципы работы телезащиты.

В аппаратуре используются две конфигурации телезащиты:

четыре команды в двух независимых парах, причем в каждой паре одна команда является приоритетной;

три независимые команды плюс одна дополнительная команда.

При передаче команд телефония и передача данных блокируется и тональные частоты посылаются в частотном диапазоне, который стал прозрачным благодаря блокировке. Для надежной передачи сигналов команд вводится сигнал сопровождения, который располагается на краю выделенной полосы частот.

Параметры аппаратуры:

Электропитание - 48 В(+20%, -15%) пост. тока

Диапазон частот - 36 500 кГц.

Полоса частот, занимаемая аппаратурой в канале 8 кГц (она является общей, как для приема, так и для передачи).

Выходная пиковая мощность - 40 и 80 Вт.

Модуляция в канале телефонии и передачи данных - 64 QAM.

Допустимое затухание ВЧ тракта - 30 дБ.

Допустимое соотношение сигнал/шум - 28 дБ (шум измеряется в полосе 5,6 кГц).

3.1.4. Технические требования на современную аппаратуру ВЧ связи по воздушным линиям электропередачи.

3.1.4.1. Аппаратура должна быть общепромышленного назначения на один, два и четыре канала связи. (Для связи с подстанциями необходима, как правило, одноканальная аппаратура. Для связи ДП РЭС с ДП ПЭС необходимо иметь 2-4 канала.)

3.1.4.2. Аппаратура, устанавливаемая на диспетчерском пункте должна быть выполнена в разнесенном варианте, т.е. состоять из двух терминалов:

высокочастотного и низкочастотного, связь между которыми осуществляется по четырехпроводной схеме. Максимальное затухание соединительной линии не должно превышать 20 дБ.

(Такое выполнение аппаратуры является обязательным, т.к. 90% диспетчерских пунктов РЭС находится вне территории подстанции.)

3.1.4.3. В аппаратуре должно быть сервисное оборудование, позволяющее осуществлять контроль, измерение и регулировку, как на ближнем ДП, так и на дальнем конце (КП) с одного пункта.

3.1.4.4. Аппаратура должна позволять перестройку на другие рабочие частоты в процессе эксплуатации в пределах определенного диапазона частот.

3.1.4.5. Рабочий диапазон частот аппаратуры должен быть в пределах 36-1000 кГц с шагом 4 кГц.

3.1.4.6. Аппаратура должна быть второго поколения, что позволит: уменьшить габариты и вес, повысить надежность, уменьшить трудоемкость при изготовлении, а следовательно, и цены; изменять параметры аппаратуры в процессе эксплуатации программным путем; осуществлять самотестирование.

3.1.4.7. Аппаратура должна иметь два встроенных модема телемеханики на 100 и 200 Бод с возможностью перепрограммирования скорости и средних частот.

3.1.4.8. Аппаратура, устанавливаемая на контролируемой подстанции должна иметь возможность резервного питания от источника постоянного тока 12 В на время 2 часа.

3.1.4.9. Электрические параметры аппаратуры должны соответствовать рекомендациям и требованиям МЭК в полном объеме.

АО РОСЭП в 1996 г. было разработано техническое задание на ОКР "Аппаратура высокочастотной связи для распределительных сетей 35-110 кВ" (Шифр АРС-96), которое полностью соответствует рекомендациям и требованиям МЭК.

При сборе и анализе материалов было принято решение о целесообразности проведения разработки новой аппаратуры для распределительных электрических сетей 35-110 кВ на более высоком уровне с применением микропроцессорной техники на уровне аппаратуры второго поколения.

Зеленоградское предприятие "Радис Лтд" в короткий срок (два месяца) разработало цифровой однополосный модулятор на процессоре ADSP-2101 с применением ЦАП АД7224KN, АЦП АД785AN и программное обеспечение. Был изготовлен макет.

При испытаниях макета получены следующие результаты:

1. В части подавления внеполосных излучений удовлетворены требования МЭК (более 60 дБ);

2. В части взаимовлияний в пределах одного канала связи удовлетворены требования МЭК (более 50 дБ).

Результаты испытаний макета модулятора показали, что предприятие "Радис Лтд" свободно владеет цифровой техникой и может совместно с АО "РОСЭП" разработать и освоить серийный выпуск ВЧ аппаратуры второго поколения.

Установочная партия аппаратуры будет выпускаться, начиная с 1999 г., с гарантией обеспечения потребности энергосистем в аппаратуре ВЧ связи нового поколения.

Учитывая ограниченные средства на покупку нового оборудования АО "РОСЭП" рекомендует до 1999 г. использовать аппаратуру АВК-М Могилевского завода "Зенит", АВС-О Ульяновского радиозавода, и СПИ Ростовского завода "Энергосвязьавтоматика" и ограничить применение зарубежной аппаратуры.

3.1.5. Аппаратура обработки и присоединения к ВЛ.

Высокочастотная связь по линиям электропередачи является разновидностью дальней связи по проводным линиям. Наличие на проводах ВЛ высокого напряжения промышленной частоты обуславливает необходимость установки специальных устройств обработки ВЛ.

Затухание и неравномерность частотной характеристики канала связи определяется в основном свойствами линейного тракта. Однако менять конструкции высоковольтных устройств в целях улучшения параметров высокочастотного тракта обычно не представляется возможным, так как основное назначение линий электропередачи и всего высоковольтного оборудования - передача электрической энергии промышленной частоты. Изменением технических параметров устройств обработки и присоединения можно практически влиять на затухание линейного тракта канала связи. Поэтому роль заградителей и фильтров присоединения в создании качественных каналов ВЧ связи по ВЛ является не менее важной чем аппаратуры управления.

При этом следует иметь в виду, что повреждение заградителей может создать аварийную ситуацию в электрической сети, а для замены заградителей необходимо отключение линии электропередачи, на которых установлены эти устройства.

При организации каналов ВЧ связи в разветвленных электрических сетях напряжением 35-110 кВ необходимо большое количество заградителей для обработки ВЛ в целях предотвращения нежелательных потерь мощности высокочастотных сигналов в высоковольтном оборудовании электрических сетей и ответвлениях от ВЛ. Поэтому затухание в заградителях превышает затухание междуфазных волн в фазных проводах ВЛ. Значение аппаратуры обработки и присоединения в высоковольтном канале можно оценить по их приоритетному влиянию на следующие факторы рабочего затухания линейного тракта:

- затухание, обусловленное наличием обработки по концам линий;
- затухание, обусловленное элементами обработки в ВЧ обходе промежуточной подстанции;
- затухание, обусловленное ответвлением от ВЛ;

- затухание неравномерности частотной характеристики обусловленное интерференцией между падающей и отраженной междуфазными волнами, а так же их взаимодействием с земляной волной;
- переходные затухания;
- затухание в цепях обратной связи в каналах с усилителями.

3.1.5.1. Высокочастотные заградители.

Заградители предназначены для уменьшения токов утечки высокой частоты через подстанции, ответвления от ВЛ и заземления при организации каналов высокочастотной связи по линиям электропередачи.

Они должны обеспечить нормируемое значение заграждающего сопротивления в используемой рабочей полосе частот, а на промышленной частоте обладать незначительным сопротивлением, которое не должно влиять на передачу электроэнергии. Обычно заградители последовательно подключаются к проводу линии электропередачи между точками подключения конденсаторов связи и подстанцией или в месте подключения ответвления от ВЛ. Подавляющее большинство высокочастотных заградителей представляют собой сосредоточенные индуктивности (реакторы) с подключенными параллельно к ним элементами настройки и разрядниками. Заграждающие возможности заградителя тем лучше, чем больше индуктивность его реактора. Однако, повышение индуктивности реактора достигается увеличением числа витков и длины токоведущего проводника, а это влечет за собой рост стоимости, металлоемкости, а также дополнительные потери электроэнергии в заградителе от протекающего по реактору тока промышленной частоты.

Промышленное производство заградителей на рабочий ток 500 А было освоено в 1934г. по разработке лаборатории имени А.А.Самурова. Их настройка осуществлялась по одночастотной резонансной схеме.

Реакторы заградителей были выполнены в виде однослойной цилиндрической конструкции из неизолированного проводника, помещенного в пазы деревянных реек, концы которых закреплены в верхней и нижней части в стальных крестовинах и образуют пространственный каркас. На верхней крестовине имеется приспособление для подвески заградителя.

Аналогичная конструкция реактора сохранилась в заградителях типа ВЗ до настоящего времени.

В 1984г. была проведена модернизация заградителей типа ВЗ в целях доведения их электродинамической стойкости до уровня нормальных требований стандарта МЭК.

Для всей серии заградителей с индуктивностью реактора 0,5 мГн используется один элемент для разных полос заграждения.

Общий диапазон частот от 36 до 1000 кГц.

Поэтому было предложено использование для заградителей сердечника из трансформаторной стали, расположенного по оси силовой катушки. Предполагалось,

что преимущества такой конструкции заключаются в повышении индуктивности реактора, уменьшение габаритов по сравнению с реакторами без сердечников и повышении электродинамической и термической стойкости при токах к.з.

Силовая катушка первых заградителей на рабочий ток 100 А была выполнена проводом АС-35 и имела 61 виток, которые размещались на каркасе из деревянных реек. Внешний диаметр силовой катушки был равен 240 мм, а высота составляла 1120 мм, общая масса с элементом настройки не превышала 100 кг. Благодаря введению стального сердечника массой 50 кг индуктивность реактора была увеличена с 0,25 мГн до 1,3 мГ на частоте 18 кГц.

В заградителе типа ВЧЗС-200 в качестве токоведущего проводника использовалась медная шина с размерами поперечного сечения 5,5 x 10,8 мм. При этом масса заградителя составляла 115 кг. Важным преимуществом этих заградителей являлась существенное повышение в заградителе типа ВЧЗС односекундного тока термической устойчивости до 4,5 кА, а тока электродинамической стойкости 13,5 кА. Соответственно для заградителей на рабочий ток 200 А эти значения были равны 8,3 и 22,0 кА.

Ввиду не высокой добротности на высокой частоте элемент настройки этих заградителей был выполнен по одноконтурной притупленной схеме с рабочим диапазоном частот от 27 до 600 кГц.

С 1967г. дальнейшую разработку заградителей для распределительных сетей осуществлял институт "Сельэнергопроект". В связи с широким распространением заградителей со сталью, их значительным удельным весом в объеме промышленного выпуска и в целях их унификации институтом "Сельэнергопроект" был разработан ГОСТ 21429-75 "Заградители высокочастотные со стальным стержневым сердечником".

Очередным этапом в развитии устройств обработки для распределительных сетей было создание заградителей с принципиально новым реактором спирального типа. Необходимость дальнейшего совершенствования заградителей была вызвана тем, что заградители типа ВЧЗС не могли в достаточной степени удовлетворить возросшие к этому времени требования, в частности, по потерям электроэнергии, металлоемкости, невозможности их применения в каналах защиты и автоматики из-за насыщения сердечника при протекании токов к.з., а так же низкой надежности в условиях эксплуатации, в связи с коррозией стального сердечника и снижением его магнитной проницаемости. Поэтому в институте "Сельэнергопроект" была разработана новая конструкция заградителя с реактором спирального типа без ферромагнитного сердечника.

Реактор выполнен в виде однозаходной плоской спирали из пакета изолированных друг от друга алюминиевых лент, ориентированных стороной с большим размером в осевом направлении. Обмотка реактора пропитывается изоляционным компаундом и после термообработки образует механически прочный монолит.

Затем для защиты от внешнего воздействия обмотка покрывается герметизирующим полимерным компаундом.

Высота спирального реактора менее 10 см, а толщина в радиальном направлении менее 100 см.

В такой конструкции коэффициент связи между соседними витками значительно больше чем у заградителя типа ВЗ, а геометрические параметры приближаются к теоретически оптимальным размерам с точки зрения минимального расхода токоведущего проводника для изготовления заданной индуктивности.

Сравнение отечественных заградителей с зарубежными показывает, что зарубежные фирмы выпускают больше градаций, как по значению, так и по номинальным токам.

Например, фирма SPEZIALELEKTRA производит заградители на рабочие токи от 250 до 3150 А с индуктивностями 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0 мГ.

К преимуществам некоторых типов заградителей зарубежных фирм относится высокая механическая прочность к токам к. з. и относительно небольшие потери электроэнергии.

Во многих странах предпринимались попытки создать новые типы заградителей с малым весом и малыми габаритами.

Довольно широкую номенклатуру заградителей производит фирма АВВ с реактором, выполненным в виде одно- или многослойного соленоида в зависимости от номинального значения тока.

Токоведущий проводник изготовлен из неизолированного многожильного алюминиевого провода, который имеет квадратное сечение. Для улучшения условий охлаждения витки разделены стекловолоконистой лентой.

В целях повышения надежности вся конструкция реактора пропитана эпоксидным компаундом.

Для защиты от перенапряжений наряду с разрядниками с искровыми промежутками фирма использует для больших заградителей специальные металлооксидные разрядники без искровых промежутков, которые сконструированы с учетом условий работы в сильных магнитных полях силовых реакторов.

Заградители производятся как на нормальные так и на повышенные требования стандартов МЭК.

В настоящее время заградители на рабочий ток 600 А и выше выпускает Раменский завод "Энергия". Элементы настройки для этих заградителей изготавливает Одесский завод "Нептун".

Для распределительных сетей 35-110 кВ, в основном, должны применяться заградители на токи: 100 А, 200 А, 400 А и в небольшом количестве - на 600 А.

Заградители спиральные на токи 100 А и 200 А выпускались на Пятигорском опытном заводе.

Заградитель спиральный на ток 400 А в 1997 г. разработан институтом АО "РОСЭП". Опытный образец изготовлен ЭЗИП РАН п. Черноголовка Московской

области. В настоящее время завершаются испытания на электродинамическую устойчивость в НИЦ ВВА Бескудниково.

Серийный выпуск начнется с 1998 г.

В последние годы установлено, что большую опасность для надежной работы высокочастотных заградителей представляют высокочастотные импульсные перенапряжения, возникающие в электрической сети при коммутационных переключениях.

В этих случаях защитный разрядник срабатывает при малом предразрядном времени и напряжение пробоя его искрового промежутка резко возрастает, что приводит к повреждению конденсаторов в элементе настройки заградителя.

Для повышения эффективности защитного устройства необходимо использовать ограничители перенапряжения (ОПН).

Однако, до настоящего времени высокочастотные параметры ОПН не были исследованы и не известна степень их влияния на частотную характеристику заградителя.

Кроме того, необходима разработка заградителей с техническими параметрами, соответствующих повышенным требованиям стандарта МЭК (публикация №353).

3.1.5.2. Устройство присоединения к ВЛ.

Для подключения аппаратуры ВЧ уплотнения к проводам ВЛ, находящимся под высоким напряжением промышленной частоты, используются специальные устройства присоединения, которые позволяют отделить маломощные высокочастотные сигналы связи от напряжений и токов промышленной частоты при нормальных режимах работы энергосистемы, а также в условиях аварийных ситуаций.

Важной функцией устройства является обеспечение безопасности персонала и защита приемно-передающей аппаратуры ВЧ связи и высокочастотного кабеля связи от воздействия высокого напряжения.

Эти устройства должны обладать необходимыми высокочастотными параметрами и удовлетворять требованиям к аппаратам, подключенным к линиям высокого напряжения.

В большинстве случаев устройство присоединения содержит конденсатор связи и фильтр присоединения, который устанавливается на территории подстанции на высоте 2,5 м.

Фильтр присоединения должен обеспечить надежную электрическую цепь для заземления нижней обкладки конденсатора связи на промышленной частоте через проводник заземляющего дросселя или линейной обмотки трансформатора, так как в случае обрыва этого проводника на нижней обкладке конденсатора связи и входном изоляторе фильтра может появиться напряжение линии электропередачи и таким образом нарушится допустимое изоляционное расстояние до земли.

Разветвленные электрические сети напряжением 35-110 кВ представляют собой сложную электрическую схему с сосредоточенными и распределенными параметрами. Распространение высокочастотных сигналов по ВЛ происходит по всем фазовым

проводам и земле. В местах высокочастотных обходов промежуточных подстанций на этот процесс существенное влияние оказывают как параметры высоковольтного оборудования, так и элементы высокочастотной обработки обхода подстанции.

Волновая составляющая ВЧ сигнала на выходе обхода поступает в провода как по рабочему проводу, так и по нерабочим проводам через шины подстанции.

При этом на подстанциях с обходом условия их распространения различны и в случае сдвига фаз напряжения между ними появляется дополнительное затухание в ВЧ тракте.

Абсолютная величина и знак дополнительного затухания обуславливаются амплитудно-фазовыми соотношениями напряжений на рабочем и нерабочих проводах. В распределительных сетях дополнительное затухание обхода может превышать 20 дБ, что уменьшает дальность и стабильность частотных характеристик канала связи.

В схемах ВЧ связи в 75% случаев встречаются ВЧ обходы подстанций. Уменьшение дополнительного затухания можно получить изменением полярности обмотки в одном из фильтров присоединения на обходе. Для этих целей необходимо применять фильтры присоединения с трансформаторной схемой.

Ширина рабочей полосы фильтра присоединения зависит от емкости конденсатора связи, который, в основном, определяет стоимость всего устройства. Улучшение технических характеристик системы присоединения за счет увеличения емкости конденсатора связи является не рентабельным, так как такой путь приводит к резкому увеличению затрат на устройства. Поэтому целесообразным является создание эффективных схем фильтров присоединения.

Для этих целей в фильтрах присоединения используют полосовые схемы и схемы фильтров верхних частот, которые к тому же обеспечивают более равномерную частотную характеристику затухания в рабочей полосе частот.

В России до последнего времени находят широкое применение на ВЛ 110 – 500 кВ фильтры присоединения Одесского завода "Нептун". Разработанные более 15 лет назад они морально устарели, так как не отвечают в полной мере стандарту МЭК (публикация 481) в части требованиям к безопасности и комплектуются конденсаторами с недостаточной электрической прочностью.

Поэтому при использовании фильтров ФПМ в каналах высокочастотных защит, в которых по условиям сохранения работоспособности при к.з. должен быть отключен защитный разрядник Р-350 со стороны кабеля связи, были случаи пробоя изоляции конденсаторов, что может привести к неверному действию защит при внешнем к.з.

Фильтры присоединения типа ФП-82 для распределительных сетей 35-110 кВ производства Мытищинского электромеханического завода так же морально устарели. В них применена двухконтурная полосовая схема, в которой не было конденсатора в последовательном плече на выходе, отсутствовал заземляющий дроссель, а согласующий трансформатор был выполнен тонким медным проводником сечением $0,42 \text{ мм}^2$ с применением ферритового сердечника. Такой фильтр нельзя было

использовать для каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики, а максимальная мощность не должна была превышать 20 Вт по условиям допустимых нелинейных искажений.

В настоящее время Московский радиотехнический завод приступил к производству новых фильтров присоединения для ВЛ 35-110 кВ с использованием в области высоких частот новой схемы, которая в определенной степени представляет собой компромисс между максимальным удовлетворением необходимых технических требований к безопасности персонала и защиты устройств присоединения в соответствии со стандартом МЭК и стремлением к меньшим затратам. В ней функцию заземляющего дросселя, разделительного и согласующего трансформатора выполняет один конструктивный элемент с приемлемым значением коэффициента связи между обмотками, количество элементов уменьшено на одну индуктивность относительно трехконтурной схемы, а для повышения надежности сечение медного многожильного проводника линейной обмотки принято равным 1 мм^2 . Расчет элементов этого фильтра был выполнен по рабочим параметрам.

Необходимость создания надежных фильтров присоединения особенно остро стоит для линий электропередачи напряжением 220 кВ и выше. В этом направлении следует использовать обе, ранее установленные возможности решения данного вопроса: применение трансформаторной схемы и установка защитного дросселя.

За рубежом преимущественное промышленное производство получили широкополосные фильтры присоединения, которые обеспечивают настройку по двух- и трехконтурным схемам полосового фильтра, а также по схеме фильтра верхних частот. При этом используются согласующие трансформаторные схемы, позволяющие получить гальваническое разделение входных и выходных цепей, что обеспечивает высокую безопасность фильтров присоединения в процессе их эксплуатации.

К схемным особенностям зарубежных фильтров присоединения следует отнести наличие заземляющего дросселя.

Фирма DIMAT поставляет фильтры присоединения в двух вариантах конструктивного исполнения:

- в общем корпусе с установкой заземляющего дросселя и ножа заземления в верхней части,
- нож заземления, защитный дроссель и разрядник монтируются в отдельном корпусе.

Для фирмы АВВ характерна универсальность и тенденция совмещения в некоторых конструктивных модификациях линейного фильтра присоединения с разделительным фильтром. Фильтр выполнен в литом пластмассовом корпусе и может работать как по схеме фильтра верхних частот с конденсаторами связи емкостью от 1,5 до 13 нФ, так и по схеме полосового двухконтурного фильтра с конденсаторами связи свыше 0,5 нФ. Верхняя граничная частота рабочего диапазона не превышает 500 кГц. Номинальное сопротивление со стороны линии электропередачи и кабеля связи равны

соответственно 240/320 и 75/125 Ом при схеме фильтра верхних частот, а при схеме полосового двухконтурного фильтра могут быть любые значения по желанию заказчика.

По рабочему затуханию, затуханию несогласованности, затуханию нелинейности и перекрестным искажениям фильтры соответствуют требованиям стандарта МЭК и составляют соответственно 1 - 1,5 дБ, 12 дБ, и 80 дБ.

В схему фильтра входят защитный дроссель, согласующий трансформатор, установленный со стороны кабеля связи, и один защитный разрядник, установленный со стороны линии электропередачи.

Следует отметить, что согласующий трансформатор имеет ферромагнитный сердечник и, в отличие от других схем, в фильтре отсутствуют второй защитный разрядник и конденсатор со стороны кабеля связи. Предполагаем, что отсутствие этих важных защитных элементов объясняется спецификой работы фильтров присоединения в условиях подключения к зарубежным линиям электропередачи, где, возможно, нет опасности появления перенапряжений, вызванных явлением выноса потенциала с территории подстанции и различия потенциалов в разных точках контура заземления.

3.1.6. Выводы.

3.1.6.1. ВЧ каналы связи в электроэнергетике будут использоваться еще длительное время, особенно в распределительных сетях, из-за своей высокой надежности, относительной дешевизны и удобства эксплуатации.

3.1.6.2. Вся отечественная аппаратура и аппаратура стран СНГ по своему построению относятся к аппаратуре первого поколения. Широко известная в России зарубежная аппаратура, рассмотренная в подразделе (3.1.), так же относится к аппаратуре первого поколения за исключением аппаратуры: ETL - 500, 1790 SS, ACE 32.

Современное оборудование второго и третьего поколения выпускается только западными фирмами, например, ABB, SIEMENS, NERA, причем оборудование третьего поколения (цифровая ВЧ аппаратура) выпускает только фирма NERA, (Норвегия).

3.1.6.3. Рассмотренная в подразделе 3.1. аппаратура ВЧ связи по принципу формирования однополосного сигнала относится к аппаратуре первого поколения, выпускается на фиксированные частоты и не может быть перестроена в процессе эксплуатации.

3.1.6.4. Высокочастотная аппаратура связи для распределительных сетей АВС-РС и АВК позволяют организовать каналы телефонной связи и телемеханики между диспетчерским пунктом (ДП) и несколькими (до 4) контролируемыми пунктами (КП), используя для этого всего две полосы частот. Но, как показывает опыт проектирования и эксплуатации, эта аппаратура ВЧ связи в варианте работы 1 ДП и несколько КП не нашла широкого распространения из-за полудуплексного режима работы телемеханики, отсутствия сигнализации о состоянии аппаратуры на КП при свободном канале связи; кроме того, наличие на промежуточных пунктах распре-

делительных сетей аппаратуры с одной и той же рабочей частотой приводит к шунтированию линии, увеличению затухания ВЧ канала и неравномерности частотной характеристики остаточного затухания.

3.1.6.5. Недостаток полудуплексного режима работы телемеханики состоит в том, что резко снижается скорость обмена информацией между ДП и КП, и кроме того, сигналы телеинформации появляются в приемнике ДП только в момент ответа КП на запрос с ДП, в остальное время в канале телемеханики нет сигналов, он находится в режиме максимального усиления и подвержен только действию помех, которые проникают в телемеханический комплекс и вызывают сбои в его работе.

Следовательно, аппаратура для распределительных сетей должна обеспечивать дуплексный режим работы телемеханики.

В основном, получил распространение режим работы 1 ДП на 1 КП, который обеспечивает дуплексный канал для телефонной связи и телемеханики.

3.1.6.6. При необходимости организации нескольких стволов связи между предприятием электросетей и районом электросетей должна использоваться многоканальная аппаратура. В остальных случаях используется одноканальная аппаратура. Достоинством такого метода является: полная независимость каналов связи ДП с каждым КП, возможность устанавливать соединение без набора номера, обеспечение полного дуплексного канала, как для телефонной связи, так и для телемеханики.

3.1.6.7. В случае организации на промежуточном пункте переприема следует использовать двухканальную аппаратуру, причем один канал будет использоваться для связи с данным промежуточным пунктом, а второй - для переприема.

3.1.6.8. Рассмотренная в разделе 3.1.2. зарубежная аппаратура по своим техническим характеристикам отвечает требованиям МЭК, но имеет ряд недостатков, которые не позволяют использовать ее в полном объеме для распределительных сетей.

Одним из серьезных недостатков зарубежной аппаратуры является отсутствие полноценного разнесенного варианта по низкой частоте, что требует применения дополнительных устройств для организации канала связи между опорной подстанцией и вынесенным диспетчерским пунктом, а также недостаточный верхний рабочий диапазон частот, что очень важно для распределительных сетей.

Зарубежная аппаратура имеет стоимость на порядок выше стоимости отечественной аппаратуры с аналогичными характеристиками.

3.1.6.9. Современная зарубежная аппаратура ВЧ связи второго и третьего поколения характеризуются применением микропроцессоров, работающих в реальном масштабе времени, для цифровой фильтрации, модуляции и демодуляции сигналов, что обеспечивает повторяемость параметров аппаратуры.

Установка рабочей частоты, полос пропускания фильтров, уровней передачи и приема, регулировка амплитудных выравнителей производится либо микропереключателями, либо программированием с персонального компьютера.

3.1.6.10. На основе анализа отечественной и зарубежной аппаратуры для организации каналов связи по воздушным линиям электропередачи были сформулированы основные технические требования к аппаратуре для распределительных сетей 35 – 110 кВ, в которой отсутствовали бы недостатки, присущие отечественной и зарубежной аппаратам. Такие технические требования приведены в подразделе 3.1.4.

3.1.6.11. АО "РОСЭП" рекомендует до 1999 г. использовать аппаратуру АВК - М Могилевского завода "Зенит", АВС - О Ульяновского радиозавода, и СПИ Ростовского завода "Энергосвязьавтоматика" и ограничить применение зарубежной аппаратуры, а начиная с 1999 г. необходимо ориентироваться на новую аппаратуру АРС - 96.

3.1.6.12. В настоящее время в электрических распределительных сетях находится в эксплуатации более 10 тысяч заградителей типа РЗ - 600 - 0,25, которые были установлены более 15 лет назад. Их элементы настройки физически и морально устарели, а разрядники исчерпали свой ресурс. Они не могут обеспечить современные требования по эксплуатационной надежности каналов связи и релейной защиты и нуждаются в срочной замене. Хотя реакторы заградителей сохраняют достаточно высокие механические и электрические параметры.

Для целей замены элементов настройки в существующих заградителях АО РОСЭП были разработаны новые элементы настройки ЭНЗ-600-0,25, электрическая прочность которых соответствует повышенным требованиям стандарта МЭК (публикация 481). В этих элементах настройки применены новые импульсные конденсаторы, а вместо разрядника используется металлооксидный нелинейный резистор, который обеспечивает более эффективную защиту заградителя от грозовых и коммутационных перенапряжений, и кроме того может работать в условиях мощных полей силовых реакторов заградителей.

АО "РОСЭП" совместно с ТОО "Таврида-Электрик" необходимо закончить испытания новых элементов настройки, организовать серийное производство и подготовить и разослать всем энергосистемам директивное указание по замене старых элементов в заградителях РЗ-600-0,25.

3.1.6.13. В Российской Федерации имеется три завода по выпуску высокочастотных заградителей: Ишлейский, Раменский и Пятигорский, которые выпускают почти все типы заградителей на токи от 100 А до 1250 А, и в 1998 г. появится четвертый завод по выпуску спиральных заградителей на токи 400 А с индуктивностью силовой катушки 0,25 мГн.

Учитывая низкий уровень производства на Пятигорском электромеханическом заводе, необходимо решить вопрос о передаче производства высокочастотных заградителей на токи 100 А - 200 А заводу ЭЗНП РАН г. Черноголовка.

3.1.6.14. Для повышения эксплуатационной надежности до уровня повышенных требований стандартов МЭК необходима разработка нового поколения заградителей с повышенной электромеханической прочностью и современным защитным устройством от высоковольтных коммутационных перенапряжений.

3.1.6.15. Существующие фильтры присоединения не в полной мере отвечают требованиям безопасности стандартов МЭК и разработаны без учета возможного воздействия высокочастотных коммутационных перенапряжений. Необходима так же разработка новых электрических схем фильтров присоединения с применением заземляющего дросселя и ОПН.

3.1.6.16. По данным обзора технического уровня и анализа схем различных фильтров присоединения можно сделать следующие выводы:

а) в настоящее время широко применяются двух и трехконтурные схемы, а также схемы фильтров верхних частот;

б) диапазон частот отечественных фильтров присоединения шире, чем у зарубежных аналогов, в частности, верхняя граничная частота у фильтров ФПМ составляет 1000 кГц, а у зарубежных - 500 кГц;

в) требования, предъявляемые к фильтрам присоединения, используемым в каналах релейной защиты и противоаварийной автоматики более жесткие, чем для каналов связи, так как в каналах защиты они должны сохранять работоспособность, как в условиях к.з. , так и в аварийных ситуациях;

г) в фильтрах присоединения катушки индуктивности и согласующие трансформаторы должны быть без ферромагнитных сердечников;

д) сечение проводника заземляющей обмотки дросселя или линейной обмотки согласующего трансформатора должно быть не менее предусматриваемого нормами для заземляющего проводника;

е) зарубежные фильтры присоединения соответствуют стандартам МЭК в части требований безопасности, так как в целях обеспечения надежности, в основном, используется трансформаторная схема с заземляющим дросселем; однако, не всегда в условиях отечественных линий электропередачи возможно их применение, как например, двухконтурные и содержащие ферромагнитные сердечники фильтры присоединения для организации каналов для релейной защиты и противоаварийной автоматики.

3.1.6.17. В настоящее время на Московском радиотехническом заводе освоено серийное производство фильтров присоединения типа ФПФ 35 и ФПФ 110, отвечающих вышеизложенным требованиям и соответственно требованиям МЭК.

3.1.6.18. В 1998 г. будут продолжены работы по разработке фильтров для ВЛ 220 и 330 кВ.

3.2. СРЕДСТВА УКВ РАДИОСВЯЗИ В ОРГАНИЗАЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Средства радиосвязи в энергетике входят в комплекс СДТУ и предназначены для выполнения следующих функций:

- а) связи диспетчера ЦДП (центральный диспетчерский пункт) с предприятиями электрических сетей, электростанциями и другими объектами;
- б) связи диспетчера ПЭС и ремонтно-производственной базы (РПБ) с оперативно-выездными (ОВБ) и ремонтно-выездными бригадами (РВБ);
- в) связи диспетчера ПЭС с подчиненными ему энергообъектами и с диспетчерами РЭС;
- г) передача телемеханической информации (телесигнализации и телеуправления) с объектов на ДП;
- д) внутриобъектной связи на электростанциях, крупных п / станциях и других энергообъектах;
- е) для передачи данных в системе АСУ ТП и т. п.;
- ж) для организации связи внутри бригады при проведении строительных, ремонтно-восстановительных и других работ на ВЛ, п / станциях и т. п.

Однако, приоритетным использованием средств УКВ радиосвязи в настоящее время остается организация связи диспетчера или руководителя работы с подвижными бригадами ОВБ, РВБ и работниками бригады между собой при выполнении работ на линиях электропередачи и на энергообъектах.

3.2.1. Состав и состояние аппаратуры УКВ радиосвязи, находящейся в эксплуатации в энергосистемах отрасли.

Для объективной оценки технического и морального состояния аппаратуры УКВ радиосвязи, находящейся в настоящее время в энергосистемах и эксплуатации, ОРГРЭС в течение года проводился опрос энергосистем.

С помощью "опросного листа" ставилась цель определить количество и номенклатуру УКВ радиостанций и их техническое состояние в зависимости от года выпуска и степени износа. Потребителю аппаратуры УКВ радиосвязи предлагалось дать оценку степени соответствия эксплуатируемой аппаратуры тем требованиям, которым она должна соответствовать по его мнению, а также определить целесообразность ее поставки в энергопредприятия.

Парк радиостанций, применяемых в электроэнергетике, в основном, состоит из:

- р/ст серии ФМ / 164; 300/ - завода "БРГ" Венгрия - 70%;
- р/ст серии ФМ315 - завода "Радмор" Польша - 15%;
- р/ст серии "Маяк", "Эстакада 1Р" - Россия - 10%;
- остальные типы радиостанций - 5%.

Анализируя материалы ответов на вопросы "опросного листа", можно сделать следующие выводы:

1. Р/ст находятся в эксплуатации более 8 - 10 лет;
2. Техническое состояние (определение тех. состояние - в опросном листе) следующее: хорошее - 15%; удовлетворительное - 50%; не соответствует - 35%.
3. Предложения энергосистем: поставлять аналогичную аппаратуру - 70%; не поставлять аналогичную аппаратуру - 30%.

Кроме того, отсутствие в аппаратуре ряда функциональных возможностей (передача телемеханической и другой телеметрической информации по радиоканалу, автоматический выход в АТС, работа аппаратуры с незакрепленными радиоканалами и т. п.) предопределяет хроническое отсутствие структуры радиосвязи от изменяющейся и усложняющейся системы управления энергопредприятиями.

Таким образом, современное состояние УКВ радиосвязи в электроэнергетике не обеспечивает решение задач управления ввиду:

- несоответствия структуры сетей радиосвязи структуре управления и информационного обмена между диспетчерскими, технологическими службами и другими подразделениями энергосистем;
- неудовлетворительного состояния существующих в энергетике систем и средств УКВ радиосвязи (оборудование физически и морально устарело);
- невозможности вхождения радиосвязи в единое информационное пространство электроэнергетики, так как при децентрализованном хозяйственном управлении электроэнергетической отраслью в настоящее время в АО-энерго строятся самые разные, несовместимые друг с другом, системы радиосвязи.

3.2.2. Анализ средств УКВ радиосвязи отечественного производства и республики Беларусь.

Энергетикам России, в основном, предлагается следующая аппаратура УКВ радиосвязи:

- комплекс аппаратуры серии RS210 - ОАО "Информтехсвязь" г. Москва;
- комплекс аппаратуры серии "Сигнал 201" - "Электросигнал" и КТЦ "Сигнал" - г. Новосибирск;
- р / ст серии "Маяк", "Эстакада-1" - "Электросигнал" г. Воронеж;
- р / ст серии "Энергия" - радиозавод "Спутник" г. Молодечно, республика Беларусь;
- р / ст серии "Роса" - фирма "Лес" г. Орша, республика Беларусь;
- носимые р / ст "Радий М" - Ижевский радиозавод, г. Ижевск;
- комплекс р / ст серии "Заря" - Рязанский приборный завод, г. Рязань.

Наиболее перспективные виды аппаратуры УКВ радиосвязи приведены в таблице 3.1. "Перечень аппаратуры УКВ радиосвязи, серийно изготавливаемой предприятиями России и Белоруссии."

Таблица 3.1.

Перечень аппаратуры УКВ радиосвязи серийно изготавливаемой предприятиями России и Белоруссии

№№ П.п.	Параметр (данные)	Наименование аппаратуры				"Заря"
		"Сигнал-201"	Серия "RS"	"Энергия"		
1	2	3	4	5	6	
1	Разработчик аппаратуры	АО "Электросигнал" г. Новосибирск				
2	Начало серийного выпуска	1995	1993	1994	1995	
3	Изготовитель аппаратуры	АО "Электросигнал" КТЦ "Сигнал" г. Новосибирск	АО "Информтехсвязь" г. Москва	Радиозавод "Спутник" г. Молодечно	Гос. Рязанский приборный завод. Рязань	
4	Название комплекса аппаратуры р/ст	"Сигнал-201"	"RS"	"Энергия"	"Заря"	
5	Тип радиостанции: - возимая - стационарная, - ретрансляционная без смены частот; - ретрансляционная со сменной частот; - носимая.	+ + +* +*	+ + + + +	+ + --- --- ---	+ + + --- ---	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
6	Режим работы: - симплекс двухчастотный; - симплекс двухчастотный с реверсом частот; - дуплекс; - радиотелефон; - "Транкинг"; - "АПСК"; - активируемый ретранслятор (селективное вкл.); - активный ретранслятор.	+ + + +* +* +* + +	+ + + + +* +* + +	+ + --- --- --- --- --- --- ---	+ --- + + --- --- --- ---
7	Совместимость с р/ст серии "ФМ-300"	+	+	+	со II кварт. 1996 г.
8	Система инд. Вызова и служебн. команд: - однотонная; - двухтонная; - пятитонная; - шеститонная; - цифровая.	+ + --- --- +*	--- + --- + ---	--- + --- --- ---	+ --- --- --- ---

Продолжение таблицы 1

9	Функциональные возможн.: - выход в АТС (авт./ручн.); - сканирование (раб. каналов); - квитирование вызова (визуальное/акустическое); - дистанционное управлен.; - передача цифровой и телеметрической информации.	+ / + + + / + + +*	+ / + + + / + + +*	--- --- --- --- 1200 Бод / с	радиоудлинитель "УТК" --- --- от 2 - 100 м 1200 Бод / с + / +
10	Шаг сетки частот 12,5 / 25,0 кГц	+ / +	+ / +	- / +	+ / +
11	Число рабочих каналов	1120			
12	Число фиксированных каналов связи	40	26	28	80
13	Конструктивные данные: -ПРМ/ПРД смещен с пультом управления; -ПРМ/ПРД отдельно от пульта управления; габаритные размеры, ПРМ/ПРД, мм; -масса, ПРМ/ПРД, кг	+ +	+ ---	+ + 178x51x150 1,5	+ --- 170x80x242 5,5

14	Требования по живучести: - рабочий диапазон температур ОС; - брызгозащитен. и пылезащитность корпуса (ГОСТ 16019-78 п. 16) ПРМ/ПРД, пульт управления мобильной р/станцией	-40 - +55 +	-25 - +50 +	-25 - +50 +	-25 - +50 +	-40 - 55
15	Средняя наработка на отказ, час.	6000 - 8000	~10000.0	4500	4000	4000
16	Гарантийный срок	2 года	1 год	1,5 года	1,5 года	1,5 года
17	Особенности аппаратуры	многовариантность исполнения. Установка аппаратуры в шкаф-контейнер				переносной вариант
18	Основные технические характеристики: - вых. мощн.. ПРД, Вт; - чувствительн. ПРМ при 12 дБ, мкВ; - вых. мощн. ПРМ, Вт; - избирательность по соседнему каналу; зеркальному каналу; интермодуляционная.	~10 0,35 2,0 75 80	~10 0,25 2,0 ~80 ~80 ~80	8 - 15 0,3 2,0 80 75	3/15 переключаемая 0,25 2,0 75 90 90	

* - выпускается со 2-го полугодия 1996 г.

3.2.2.1 Комплекс радиостанций серии "RS-210" и "Сигнал-201".

Комплекс аппаратуры серии "RS -210" поставляется и изготавливается ОАО "Информтехсвязь" г. Москва. Аппаратура собирается из комплектующих ведущих зарубежных фирм.

Комплекс аппаратуры серии "Сигнал 201" поставляется и изготавливается заводом "Электросигнал" и конструкторско-технологическим Центром "Сигнал" г. Новосибирск. Аппаратура выполнена полностью на отечественной элементной базе.

Оба комплекса аппаратуры обеспечивают:

- построение любых радиосетей (радиальных, линейных до 3-х ретрансляторов в линии);
- выход в АТС (как в зоне центральной р/ст, так и через ретранслятор;
- работу в режимах "АПСК" и сканирования рабочих каналов;
- селективный и циркулярный вызов абонентов радиосети;
- построение сетей типа "Смартранк" и "Транкинг";
- совместимость с р/ст серии ФМ 300 (Венгрия) и друг с другом по сигналам управления, индивидуального и группового вызова и т. п.;
- передачу данных, телеметрической, телемеханической информации.

Проводимые в ноябре 1997 г. сравнительные испытания аппаратуры серии "RS-210" и "Сигнал 201" в ПЗО Татэнерго, позволяют сравнить функциональные и технические возможности этих комплексов и выработать рекомендации по применению их в отрасли электроэнергетики.

Комплекс "RS-210" аппаратуры разработан фирмой "Чаявец" Югославия и фирмой "Электра" Италия с АО "Информтехсвязь".

В радиостанции серии "RS" используется двухтоновая система селективного вызова, что позволяет применить ее для замены и расширения действующих радиосетей, построенных на базе аппаратуры серии ФМ-300.

Путем программирования возможен переход на шеститональную систему селективного вызова (ССJP), позволяющую иметь до 1000 номеров индивидуального вызова.

В состав комплекса радиостанций серии "RS" входят:

- возимые симплексные радиостанции;
- стационарные симплексные и дуплексные радиостанции;
- радиоретрансляторы с одним и двумя приемопередатчиками;
- базовая радиостанция системы АРТС;
- носимые радиостанции.

Дополнительно к основной аппаратуре могут быть поставлены:

- модем БТ-Т - для передачи телемеханической информации по радиоканалу;
- модем БТ-Т - для межкомпьютерного обмена информацией по радиоканалу (интерфейс RS-232);

- модуль РТР-01 - для сопряжения с АТС через диспетчера;
- интерфейс ЕТ-А - для автоматического сопряжения с АТС;
- модуль КВ - для включения звуковой и световой сигнализации вызова.

Для организации систем автоматической радиотелефонной связи (АРТС) в качестве абонентских радиостанций и ретрансляторов используются радиостанции серии "RS", а также радиостанции производства фирм "Kenwood", "Motorola" и др совместимые по протоколу вызова с р/ст серии "RS".

Весь комплекс аппаратуры построен на базе синтезированного симплексно-дуплексного приемопередатчика "RU-210" с реверсом частот в диапазоне 162 - 167 МГц.

Мобильная р/ст RS-210/М (ДТС) состоит из:

- приемопередатчика совмещенного с пультом управления;
- микротелефона;
- выносного громкоговорителя;
- антенн стационарной установки или магнитной антенны.

Абонентский комплект RS-210/А-S (ДТС) состоит из:

- блока питания 220/12 В;
- громкоговорителя;
- телефонной трубки;
- настольного микрофона;
- корпуса комплекта р/ст для установки в нем приемопередатчика, блока питания, громкоговорителя;
- стационарной антенны.

Центральные симплексная RS-210/С-S и дуплексная RS-210/С-Д-RS радиостанция состоят из:

- приемопередатчика совмещенного с автомобильным пультом управления;
- дуплексного фильтра для дуплексной р/ст;
- выносного настольного пульта управления приемопередатчиком;
- блока питания 220/12 В;
- настольного микрофона или телефонной трубки;
- корпуса комплекта р/ст для установки в нем приемопередатчика, блока питания, громкоговорителя;
- стационарной антенны.

Ретрансляционная радиостанция РРТ-210 состоит из:

- приемопередатчика (один или два);
- микротелефонной гарнитуры;
- стационарной антенны.

Система автоматической радиотелефонной связи (АРТС) состоит из:

- базовой р/ст системы АРСТ;
- каналобразующего блока;

- пульта дистанционного управления;
- настольного микрофона;
- стационарной антенны.

Комплекс "Сигнал-201" аппаратуры разработан по техническому заданию Минтопэнерго РФ (1994 г.) для организации ведомственных сетей в отрасли энергетики.

Радиостанция серии "Сигнал 201", в зависимости от варианта исполнения, совместима по сигналам вызова с р/ст типа "Виола", "Маяк", "Заря" (однотоновый вызов) и с р/ст серии ФМ 300 (двухтоновый вызов).

При создании радиосетей на аппаратуре серии "Сигнал-201" предусмотрена возможность применения цифрового сигнала вызова, что расширяет адресное поле до 7700 индивидуальных номеров вызова. Расширение адресного поля достигается путем передачи сигналов в цифровом коде со скоростью 1200 бит/с на модулирующих частотах 1200 и 1800 Гц.

В состав комплекса р/ст серии "Сигнал 201" входят:

- возимые симплексные и дуплексные р/ст;
- стационарные симплексные и дуплексные р/ст;
- радиоретрансляторы с одним и двумя приемопередатчиками;
- носимая р/ст серии "Сигнал-402".

Для более полного и рационального использования пользователем (заказчиком) функциональных возможностей комплекса изготовителем аппаратуры предлагаются следующие варианты исполнения:

- возимая симплексная р/ст "Сигнал 201Б" - три варианта;
- абонентская симплексная стационарная р/ст "Сигнал 201БС" - 4 варианта;
- возимая дуплексная р/ст "Сигнал 201Б" - один вариант;
- абонентская дуплексная стационарная р/ст "Сигнал 201ДС" 5 вариантов;
- носимая р/ст серии "Сигнал-402" - два варианта.

Весь комплекс аппаратуры построен на базе синтезированного, симплексно-дуплексного приемопередатчика с реверсом частот в диапазоне 162-167 МГц.

Возимые р/ст "Сигнал 201Б", р/ст "Сигнал 201Д" состоят из:

- блока приемопередатчика;
- пульта управления приемопередатчиком;
- дуплексного фильтра (для дуплексной р/ст);
- микрофонной трубки или манипулятора;
- выносного громкоговорителя;
- устройства громкого вызова;
- антенн стационарной установки или магнитной антенны.

Стационарные комплекты р/ст "Сигнал 201Б", р/ст "Сигнал 201ДС" состоят из:

- блока приемопередатчика;
- пульта управления (автомобильного или настольного типа);
- блока питания 220/12 В;

- дуплексного фильтра (для дуплексной р/ст);
- дистанционного управления (при заказе);
- сборочного каркаса (корпуса стойки);
- шкафа (контейнера) для наружной установки аппаратуры (при заказе);
- стационарной антенны.

Радиоретрансляторы с одним или двумя приемопередатчиками (без смены частот и со сменой частот) без управления (необслуживаемые) состоят из:

- блока приемопередатчика дуплексного (один или два);
- дуплексного фильтра (один или два);
- пульта управления (при заказе);
- блока дистанционного управления;
- блока питания (один или два);
- шкафа (контейнера) для наружной установки аппаратуры;
- стационарной антенны (одна или две).

Для межкомпьютерного обмена информацией по радиоканалу поставляется модем БТ-К (интерфейс RS-232).

Для передачи телемеханической информации по радиоканалу поставляется модем БТ-Т.

Испытания оборудования радиоканала связи для передачи телемеханической информации были проведены в 1995 г. по инициативе АО "Мосэнерго" и АО "Информтехсвязь".

Цель испытаний заключалась в оценке надежности работы оборудования и помехозащищенности радиоканала. Длительность испытаний составила 72 часа.

Помехозащищенность радиоканала оценивалась по факту появления информации о неисправности канала в телемеханическом приемнике. Факт появления информации базируется на показании счетчика сбоев, который фиксирует забракованную информацию и выдает сигнализацию по достижении определенной величины.

За период испытания радиоканал работал устойчиво, а отказов оборудования и факта появления информации о неисправности канала не зафиксировано.

Источником и приемником телемеханической информации является комплекс "Конус" на базе IBM PC, работающий в части приема и передачи в телемеханических стандартах. Протокол в радиоканале - ТМ-512. Информационное наполнение протокола в радиоканале - телемеханический объем ТЭЦ-23. Сторона передачи - ЦДП Мосэнерго, сторона приема - РДП 9-го района МКС. В ходе подготовки к испытанию была произведена соответствующая наладка радиоаппаратуры и радиоканала.

Вывод: оборудование радиоканала соответствует требованиям к телемеханическим каналам и может быть использовано в энергетике.

3.2.2.2 Радиостанция "Энергия".

Поставщиком и изготовителем р/ст "Энергия" является радиозавод "Спутник" г. Молодечно, республика Беларусь.

Радиостанция разрабатывалась с целью замены устаревшей р/ст ФМ 300 венгерского производства. По частотам и сигналам управления р/ст "Энергия" полностью совместима с р/ст серии ФМ 300 и может работать в режимах одночастотного и двухчастотного симплекса с реверсом частот в диапазоне 162 - 168 МГц.

Радиостанция выпускается в двух вариантах - возимом и стационарном. Радиосети, построенные на базе р/ст "Энергия", обеспечивают организацию радиосетей радиального построения с числом индивидуальных вызовов не более 53.

3.2.2.3 Комплекс радиостанций серии "Заря".

Поставщиком и изготовителем радиостанции серии "Заря" является Государственный Рязанский приборный завод (ГРПЗ) г. Рязань.

Комплекс аппаратуры разрабатывался по техническому заданию спецслужб и МВД России, поэтому приемопередатчик этой серии выполнен в жестком корпусе с возможностью питания от сети 220 В, 50 Гц, от бортовой сети автомобиля +/-12 В, от встроенного аккумулятора +/-12 В. Работоспособность аппаратуры комплекса обеспечивается в диапазоне -40 ... +55 °С.

Изготовитель комплекса "Заря" предлагает следующие варианты исполнения:

"Заря-А" - возимая, стационарная, переносная р/ст, работающие в одночастотном и двухчастотном режимах.

"Заря-АД" - стационарная р/ст дуплексного режима работы.

"Заря-АТ" - стационарная р/ст для передачи телеметрической и цифровой информации.

Радиостанции серии "Заря" заслуживают внимания своими техническими и конструктивными решениями, особенно, в целях передачи и приема телеметрической и цифровой информации.

Учитывая также, что этим же заводом выпускается радиорелейная линия "Перевал", целесообразно предложить заводу состыковать РРЛ "Перевал" с р/ст серии "Заря".

Заводом разработана аппаратура "Волна-В", предназначенная для сбора, обработки и обмена телеметрической информацией по радиоканалу с рассредоточенных объектов.

Аппаратура работает в асинхронном режиме с последовательным опросом объектов.

Максимальное число контролируемых объектов - 6.

Период опроса объекта, с - 5.

Скорость передачи, бит/с - 120.

Количество ТС с одного объекта - 12.

Количество ТИ с одного объекта - 12.

Количество ТУ с одного объекта - 10.

В комплект поставки аппаратуры входят базовая радиостанция "Заря-А", радиомодем V.23-1200 для подключения к RS-232, программное обеспечение, объектная аппаратура (блок контроля объекта БКО и сетевой блок БС).

Заводом также выпускается аппаратура телемеханики КП-Р.

Аппаратура КП-Р предназначена для работы в телемеханических системах оперативного контроля и управления организованных на базе р/ст "Заря".

В комплект аппаратуры КП-Р входят:

- радиостанция "Заря-А";
- блок управления КП-Р (радиомодем РМ, блок питания, модуль процессора);
- блок релейного управления БРУ (для размещения 4-х блоков релейного управления, блока управления КП-Р, модема М50/200Р);
- программное обеспечение.

3.2.2.4 Радиостанции серии "Эстакада-1Р".

Первые отечественные радиостанции разработаны в 1983 г. институтом "Сельэнергопроект" и ВКБР г. Воронеж. Серийное производство освоено ПО "Электросигнал" в 1985 г. и продолжается до настоящего момента.

В комплект радиостанции "Эстакада-1Р" входят радиостанции 18Р22С-1 и 18Р22С-2.

Радиостанция 18Р22С-1 предназначена для установки на диспетчерском пункте района электросетей.

Радиостанция 18Р22С-2 предназначена для установки на контролируемых объектах.

Радиостанции обеспечивают посылку сигналов вызова, его прием и радиотелефонную симплексную связь между диспетчерской радиостанцией и радиостанцией контролируемых пунктов.

Радиостанции имеют встроенные синхронные трехчастотные модемы для приема и передачи по радиоканалу сигналов аппаратуры телемеханики, работающей в режиме магистрали, причем синхроимпульсы в аппаратуру телемеханики поступают от кварцевого генератора модема радиостанции. Такое построение модема обеспечивает высокую помехозащищенность. Скорость передачи информации по радиоканалу 50 Бод.

Радиостанция "Эстакада-1Р" предназначена в основном для использования с телемеханикой ТРС-1 и ТРС-1М.

В комплект радиостанции входят:

- приемопередатчик;
- блок питания 220/12 В;

- громкоговоритель;
- пульт управления с микротелефонной трубкой;
- стационарная антенна (для р/ст 18P22С-1 - с круговой диаграммой направленности, для 18P22С-2 - направленная антенна типа "волновой канал").

Недостатки системы радиосвязи с использованием р/ст "Эстакада-1Р":

- отсутствие ретрансляционных радиостанций, что ограничивает дальность радиосвязи;
- недостаточный температурный диапазон в сторону низких температур (-25⁰С);
- отсутствие пульта дистанционного управления;
- отсутствие индивидуального вызова абонента р/сети;
- отсутствие носимой радиостанции;
- невозможность перестройки несущей частоты приемопередатчика без его вскрытия.

3.2.3. Анализ зарубежных средств УКВ радиосвязи.

Зарубежная аппаратура УКВ радиосвязи предоставлена на российском рынке (включая электроэнергетическую отрасль), в основном, следующими фирмами:

MOTOROLA, KENWOOD, YAESU, ROHDE & SCHWARZ, STANDARD, COMMVN1 - CATIONS, ALINCO, TAIT Electronics Ltd, TELEWAE, INC и многими другими. Из бывших стран "содружества" - в основном, фирмой "Будафон" - производитель "BRG" - Венгрия.

Почти все перечисленные фирмы поставляют полный комплекс аппаратуры, позволяющий организовать любые сети радиосвязи, включая требования электроэнергетики.

Отечественные (российские) фирмы, такие как "Информационная индустрия", фирма РКК, НТЦ "Электрон-Сервис", "Т-Хелпер" и многие другие, являясь официальными дистрибьютерами или диллерами зарубежных компаний (фирм), обеспечивают проектирование систем радиосвязи, поставку базового и абонентского оборудования, монтаж, пуско-наладочные работы, гарантийное и сервисное обслуживание.

Однако, российские фирмы, поставляющие импортное оборудование УКВ радиосвязи, работают на любое ведомство (газовиков, нефтяников, МВД и т.д.), в основном, заняты организацией сетей общего пользования типа транковых систем радиосвязи с протоколом МРТ 1327 т.к. только подобные сети смогут обеспечить быструю и максимальную прибыль в связи с возможностью их коммерческого использования.

Радиосети диспетчерского и технологического назначения, как правило, в этих сетях отсутствуют.

Оборудование УКВ радиосвязи основных зарубежных фирм изготовителей приведены в таблице 3.2.

Приведенные в таблице 3.2 некоторые типы радиостанций - это очень малая часть аппаратуры зарубежного производства, присутствующая на российском рынке.

В таблице отсутствуют фирмы-изготовители NOKIA - Финляндия, PONDE & SCHWARZ - Германия, ERICSSON - Швеция; Wertex; Zetron.

Для сравнения цен на аппаратуру УКВ радиосвязи зарубежного производства приведена таблица 3.3 (только для диапазона частот 146-174 МГц).

Таблица 3.2.

№№ п/п	Фирма- изготовитель	Тип аппаратуры	Примечание
1	2	3	4
1	"MOTPROLA" (США)	Серия GR, GM 300 Серия GR, GM 600 Серия GR, GM 1200	Р/ст портативные, мобильные, стационарные предназначенные для систем протокола MPT 1327 и для организации традиционных сетей радиосвязи радиального построения
2	"KENWOOD" (Япония)	Серия ТК 250-261 Серия ТК 700-730	Р/ст портативные, мобильные, ретрансляционные предназначенные для организации традиционных сетей радиосвязи, систем "Smart trunk II", систем протокола MPT 1327
3	"YAESU" (Япония)	Серии FT 2200/2500H Серии FT 5100/5200	Р/ст для организации традиционных сетей УКВ радиосвязи (портативные, мобильные)
4	"STANDARD COMMUNICATIONS" (Япония)	Портативные р/ст HX-190, 242, 270, 390 V/U. Мобильные р/ст CX-1508 V/U, CX-1608 V/U. Ретранслятор PP-80 V/U	Р/ст для организации традиционных радиосетей, систем "Smart trunk II", систем протокола MPT 1327
5	АО "BRG" (Венгрия)	Серия TR-331 Серия TR-321 Серия FM-321	Р/ст для организации традиционных радиосетей любой конфигурации принятой в энергетике, а также р/ст для передачи телемеханики "TM"

Таблица 3.3

№№ п/п	Фирма-изготовитель (тип аппаратуры)	Цена в \$ (США)	Примечание
1	2	3	4
1	"MOTOROLA" -GR-300 (портативная р/ст) -GM-300 (мобильная р/ст) -GR-600 (портативная р/ст) -GM-600 (мобильная р/ст) -GR-1200 (портативная р/ст) -GM-1200 (мобильная р/ст)	453 - 500.0 452 - 510.0 650 - 693.0 480 - 520.0 873 - 919.0 697 - 750.0	Самая популярная модель в России (базовая модель)с клавиатурой без дисплея с клавиатурой без клавиатуры
2	"STANDARD COMMUNICATIONS" -HX-190 (портативная р/ст) -HX-390 (портативная р/ст) -CX-1508 (мобильная/базовая) -CX-1608 (мобильная/базовая) -PP-80 (ретранслятор с100% рабочим циклом)	316.0 498-598.0 449.0 549.0 2499.0	без клавиатуры для работы в любых радиосистемах Соответствует военному стандарту Mil-STD 810D Один из лучших ретрансляторов
3	"YAESU" FT-2200/2500 (мобильная р/ст) FT-5100/5200 (мобильная р/ст)	570.0 980.0	С упрощенным дисплеем С упрощенным дисплеем
4	"BRG" -TR331-160 (мобильная р/ст) -TR331-160 (стационарная р/ст) -TR331-160 (ретранслятор) -TR505-160 (портативная р/ст)	824-1042.0 1091-2500.0 2400-3790.0 593 - 710.0	Симплекс – дуплекс Симплекс - дуплекс с дистанционным управлением и телесигнализацией С дистанционным управлением и телесигнализацией

Приведенные в таблице 3.3 цены на радиостанции указываются продавцом, как правило, только на комплект приемопередающей аппаратуры без антенны, динамика и прочих.

При заказе радиосети или радиосистемы стоимость одной базовой радиостанции, обычно, возрастает на 25 - 30%.

Цена р/ст зависит от функциональных возможностей, т.е. от встроенных дополнительных плат в базовый вариант приемопередатчика - это может увеличить стоимость р/ст на 25 - 30%.

Выбор режима работы (симплекс, дуплекс, оконечная или ретрансляционная станция) также влияет на окончательную стоимость оборудования.

Так, например: Ретранслятор фирмы "RONDE & SCHWARZ", рассчитанный на 100% нагрузку и предназначенный для работы в больших радиосетях (более 1000 абонентов) - стоит 5000.0 \$, а ретранслятор фирмы "STANDARD COMMUNICATIONS", также рассчитанный на 100% нагрузку, но предназначенный для работы в сетях, где количество абонентов не более 300 - стоит 2499.0 \$.

Поэтому, цены приведенные в таблице 3.3 - ориентировочные.

3.2.4 Основные положения концепции развития и применения УКВ радиосвязи в электроэнергетике.

3.2.4.1 Задачи УКВ радиосвязи.

На заседании исполнительного Совета по развитию сети электросвязи РАО ЕЭС России (30.01.97 г.) была рассмотрена и одобрена "Концепция создания и развития УКВ радиосвязи электроэнергетики на период до 2005 года с перспективой до 2015 года.

Приказом по РАО ЕЭС России головной организацией по разработке и производству средств радиосвязи определено АО "Информтехсвязь"

Согласно "Концепции" предусматривается приоритетное развитие систем "АРТС", в том числе и транкинговых, в наибольшей степени обладающих преимуществами перед существующими радиосетями диспетчерско-технологического управления. При этом особое требование состоит в использовании единого протокола радиосвязи при построении сетей "АРТС" в различных энергосистемах, что обеспечит возможность использования по всей территории Российской Федерации.

Предполагается расширение круга задач управленческой деятельности, которые будут обеспечиваться использованием средств УКВ радиосвязи. На указанные средства, помимо выполняемых в настоящее время, могут быть возложены, также задачи:

1. Административно-хозяйственной и технологической радиотелефонной связи руководящего административно-технического персонала энергосистем и энергообъектов вне зависимости от мест его нахождения в зоне, обслуживаемой устанавливаемыми системами, с оперативно-диспетчерским персоналом и между собой.

2. Связи взаимодействия диспетчеров различных уровней управления с подразделениями, обслуживающими межсистемные электрические сети.

3. Сбора и передачи информации с первичных источников в Единой электроэнергетической сети передачи данных "Электра".

4. Передачи телемеханической информации, аварийно-предупредительной сигнализации, сигналов телеуправления в нижних звеньях телеинформационной сети АСДУ.

3.2.4.2. Организационные и технические требования к построению систем УКВ радиосвязи в электроэнергетике

Во всех энергосистемах сети УКВ радиосвязи должны строиться по одинаковой иерархической структуре и иметь единые протоколы вызова, систему кодирования абонентов, приоритеты связи, порядок установления связи между абонентами, организацию общего, группового и селективного вызова, структуру и символику служебной информации.

Дальнейшее развитие сетей радиосвязи должно осуществляться по пути внедрения многофункциональных систем с программным управлением, обеспечивающих одновременное решение всего комплекса перечисленных задач. В наибольшей степени указанному требованию удовлетворяют транкинговые радиотелефонные системы, работающие по принципу равного доступа абонентов ко всем организованным в системе каналам.

На верхнем уровне управления (ОЭС, энергосистема) в зависимости от их насыщенности энергообъектами устанавливается полнотранкинговая система на 6 - 8 каналов. Наиболее приемлемой для этого уровня по своим возможностям и стоимостным характеристикам является система стандарта МРТ 1327. В случае не особой критичности к характеристикам оперативности и роуминга удовлетворить потребности энергосистемы могут более дешевые псевдотранкинговые системы: стандарта Smart Trunk или система автоматической радиотелефонной связи (АРТС) разработки АО "Информтехсвязь" (г. Москва).

При совместном территориальном размещении ОЭС и энергосистемы для них может устанавливаться общая радиотелефонная система.

На нижнем уровне управления (ПЭС, РЭС, и др.) наиболее целесообразной является установка отечественной системы АРТС, являющейся самой дешевой: в ПЭС - на 2 - 4 канала, в РЭС - на 1 - 2 канала. При желании на этом уровне может устанавливаться система стандарта Smart Trunk, которая по своим параметрам в целом не превосходит АРТС (она имеет более высокую оперативность, несколько уступает по своим возможностям), но значительно дороже.

Связь между системами верхних и нижних уровней организуется, как правило, по магистральным каналам. В необходимых случаях могут строиться радиоканалы. В зависимости от удаленности и условий местности радиоканалы могут строиться с использованием радиоретрансляции.

В соответствии с рекомендациями "Концепции развития УКВ радиосвязи в электроэнергетике" использование радиосвязи (радиоканала) для целей телемеханики и

передачи информации о потреблении электроэнергии должно производиться на уровне РЭС и, в крайнем случае, ПЭС.

Исходя из выше изложенного, считать целесообразным построение радиосетей для передачи телеметрической информации и передачи данных в системе АСУТП в режиме одночастотного симплекса без стыковки с радиосетями оперативно-диспетчерского назначения.

При комбинированном использовании радиоканала (радиотелефон, телеметрическая информация) в режимах двухчастотного симплекса или дуплекса приоритет составлять за телеметрической информацией (первой категории) без прекращения радиотелефонных переговоров.

3.2.5. Выводы.

3.2.5.1 Современная аппаратура УКВ радиосвязи должна удовлетворять требованиям энергетиков к радиосетям в организации:

- традиционных сетей УКВ радиосвязи, построенных по радиальному признаку, как с использованием ретрансляции так и без нее;
- линейной дальней радиосвязи вдоль линий электропередачи, маршрутов движения (дорог) и т. п.;
- радиосетей с выходом в АТС и в другие проводные каналы связи;
- радиосетей с распределенными ретрансляторами для покрытия связью определенной территории города, района, области.
- радиосети типа АРТС (автоматическая радиотелефонная связь) систем "Смартранк", "Транкинг";
- радиосетей целевого назначения - для передачи данных телемеханической, телеметрической информации.

3.2.5.2. Энергопредприятиям отрасли для организации радиосетей системы АРТС (автоматической радиотелефонной связи) в транкинговых системах связи рекомендуется применять аппаратуру комплексов "RS-210" и "Сигнал-201".

3.2.5.3 Использование импортной аппаратуры для создания радиотелефонных сетей связи можно считать целесообразным только при обеспечении единого протокола связи на основе отечественного программного обеспечения.

3.2.5.4. Учитывая концепцию развития средств УКВ радиосвязи с ориентацией на цифровые системы связи, предложить КТЦ "Сигнал" г. Новосибирск организовать испытания комплекса аппаратуры аналого-цифрового варианта "Сигнал-Ц" в одной из энергосистем РАО "ЕЭС России".

3.2.5.5. Предложить КТЦ "Сигнал" г. Новосибирск рассмотреть возможность разработки радиомодема для подключения аппаратуры телемеханики к р/ст "Сигнал-201".

3.2.5.6. Провести ведомственные испытания аппаратуры телемеханики "Волна-В" г. Рязань с использованием р/ст серии "Заря"; RS-210"; "Сигнал-201".

3.2.5.7. При определении экономической целесообразности приобретения аппаратуры УКВ радиосвязи использовать данные таблицы 3.4.

3.2.5.8. Считать целесообразным использование радиоканала для передачи аварийно-предупредительной телесигнализации с энергообъектов 10 кВ и некоторых КТП 35/10 кВ, а также организации учета электропотребления.

3.2.5.9. АО "РОСЭП" оказать необходимое содействие НИИ "Вега" (г. Воронеж) по разработке системы радиотелемеханики на базе р/с "Гранат" с функциональными возможностями более широкими, чем у "Сапфир РЭС и проведению ее испытаний в IV кв. 1998 г.

Таблица 3.4

Стоимость аппаратуры УКВ радиосвязи

(На состояние октября 1997 г.)

Наименование (Тип аппаратуры)		Стоимость тыс. руб.	Примечание
1		2	3
Возимые сим- плексные р/ст	RS-210/A-S	4240,8	---
	Сигнал-201БС-03	5359,9	---
	Энергия	3800,0 - 4000,0	Определяется комплектацией
	Заря- А	3470,0 - 4000,0	-"-
Стационарные симплексные р/ст	RS-210/М	7038,6	Вариант непосредственного управ- ления
	Сигнал-201Б-03	7103,4	-"-
	Энергия	4930,0 - 5120,0	Определяется комплектацией
	Заря АП	4500,0 -	-"-
	Заря АТ	5700,0	Р/ст для передачи телеметрической информации
Аппаратура те- лемеханики	Волна-В	4500,0 - 5200,0	Диспетчерский комплект Объектная аппаратура
	КП-Р	5000,0 - 5600,0	---
	М50/200Р	10000,0	---
	БТ-Т	9200,0	Модуль для передачи телемеха- нической информации (RS-232)
		1148,6	

3.3. РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ РРЛ

Для организации каналов связи с труднодоступными объектами в районах электрических сетей могут применяться радиорелейные линии связи.

Применение РРЛ связи определяется следующими исходными данными:

- общей протяженностью РРЛ связи;
- требуемым количеством телефонных каналов (емкость линии);
- диапазон частот, на который может быть получено разрешение заказчиком РРЛ;
- протяженностью интервала РРЛ;
- максимальным числом интервалов;
- наличием "резерва";
- требованиями к антенно-мачтовым сооружениям;
- климатическими и конструктивными требованиями.

В настоящее время, для применения в отрасли электроэнергетики может быть использована следующая аппаратура РРЛ связи.

3.3.1. Цифровая РРЛ "Пихта-2М1".

Оборудование РРЛ предназначено для организации межстанционной связи между центральными, узловыми и оконечными АТС, а также для организации производственно-технологической связи энергопредприятий.

Оборудование изготавливается и поставляется АО Владимирским заводом "Электроприбор".

Основные технические характеристики.

Диапазон частот - 1,7 - 2,1 ГГц.

Скорость передачи - 2,048 Мбит/с.

Протяженность интервала - 50 км.

Количество контролируемых приемопередатчиков (количество интервалов) - 64.

Количество радиостволов - 1 или 2.

Количество каналов в одном стволе - 30.

Тип каналообразующей аппаратуры - ИКМ-30С-4.

Коэффициент усиления антенны - 25 - 27 дБ.

Интервал рабочих температур радиооборудования - +50 ... -50 град. С.

3.3.2. Комплекс связи "Радан - МС/30-СП".

Комплекс связи "Радан-МС" предназначен для организации соединительных линий между АТС и абонентских линий на коротких расстояниях (до 30 км). Поставщик аппаратуры АО "Научно-исследовательская фирма "Персел" г. Москва.

Основные технические характеристики.

Диапазон частот - 10,7 - 11,7 ГГц.

Скорость передачи - 2,024 или 2,048 Мбит/с.

Протяженность интервала - 30 км.

Количество интервалов - 1.

Количество радиостволов - 2.

Количество каналов в одном стволе - 15x2 или 30x2.

Тип каналообразующей аппаратуры - ИКМ-15/30.

Коэффициент усиления антенны - не менее 38 дБ.

3.3.3. Семейство РРЛ связи комплекса технических средств (КТС) "Звезда".

В составе КТС "Звезда" входят несколько типов РРЛ различного назначения.

Диапазон рабочих частот - 10 - 15 ГГц.

Конструктивно РРС состоит из двух основных частей:

- выносное антенное приемопередающее устройство (АППУ) (малогабаритный контейнер с СВЧ преопередающим устройством, объединенным с параболической антенной);
- блок управления, сопряжения и коммутации (БУСК), который может устанавливаться на расстоянии 300 - 500 м от АППУ и соединяться с АППУ низкочастотными кабелями.

Масса АППУ - 10 - 15 кг,

Масса БУСК - 5 - 7 кг.

Аппаратура рассчитана на работу в диапазоне от -50 °С до +50 °С .

Диаметр параболического зеркала антенны - 40 - 60 см в зависимости от диапазона рабочих частот.

3.3.3.1. Многоканальная радиорелейная станция "Стрела-11".

РРС "Стрела-11" предназначена для организации малоканальных направлений связи для небольших населенных пунктов и различных ведомственных систем связи.

Основные технические характеристики.

Диапазон частот - 10,7 - 11,7 ГГц.

Усредненная протяженность - 30 км.

Количество телефонных каналов - до 6.

Коэффициент усиления антенны - не менее 26 дБ.

3.3.3.2. Цифровая радиорелейная станция "Радиус-15".

РРС "Радиус-15" предназначена для организации РРЛ связи широкого применения (для соединения городских и сельских АТС, организации ведомственных линий связи вдоль линий электропередачи и т. п.).

Основные технические характеристики.

Диапазон частот - 14,4 - 15,35 ГГц.

Скорость передачи - 2,048 Мбит/с (30 ТЛФ каналов).

- 8,448 Мбит/с (120 ТЛФ каналов).

Протяженность интервала - 15 - 20 км.

Количество телефонных каналов - 30; 120.

Коэффициент усиления антенны - не менее 35 дБ.

3.3.4. РРЛ связи 8-ми миллиметрового диапазона "Кросс-8"

РРЛ серии "Кросс-8" предназначена для организации соединительных линий между АТС и различных направлений связи ведомственного применения. Наиболее эффективно РРЛ "Кросс" может быть использована в условиях плотной городской застройки и для организации каналов связи с труднодоступными объектами.

Комплект РРЛ "Кросс-8" состоит из двух малогабаритных приемопередающих станций с параболическими антеннами диаметром - 0,3 м.

Аппаратура "Кросс-8", как правило, устанавливается на крышах зданий или на "жестких" мачтовых сооружениях.

Диапазон рабочих частот - 37,5 - 39 ГГц.

Дальность (прямая видимость) - до 10 км.

Вес одного комплекта аппаратуры - 7 кг.

Рабочий диапазон температур - от -50 °С до +50 °С.

Подписано в печать
Усл. печ.л.
Тираж 260 экз.

98 г.

Формат 60x84/8
Учетн.-изд.л.
Зак. N

МСЛ - 004174

АО РОСЭП
111395, Москва, Аллея Первой Маевки, 15