

6.6. Отечественная система радиоконтроля

В настоящее время отечественная система управления использованием РЧС и РК находится в стадии глобальной реконструкции с учетом отечественного и зарубежного опыта.

На рис. 6.2 показана схема отечественной системы РК. Она должна удовлетворять следующим требованиям:

- система РК должна быть централизованной и тесно взаимодействовать с региональными отделениями и окружными управлениями;
- основой системы РК должны стать локальные сети станций РК, служащие для оперативного обнаружения ОВЧ/УВЧ несанкционированных излучений;
- контроль за РЭС в крупных промышленных центрах РК целесообразно организовать по «французской» схеме, т.е. с плановым периодическим контролем параметров РЭС, оснатив эти центры современной профессиональной аппаратурой, а средние и мелкие населенные пункты целесообразно оборудовать менее дорогостоящими станциями РК, которые будут применять «английский» способ контроля, работая в основном по жалобам;
- как видно из рис. 6.2, стационарные станции космического РК и станции РК диапазонов НЧ-ВЧ диапазонов устанавливаются при окружных управлениях, мобильные же — и при региональных (областных и районных) отделениях;
- окружные управления РК должны быть укомплектованы дополнительно мобильными станциями, которые могут работать в диапазонах частот до 18 и даже до 40 ГГц;
- каждая мобильная станция должна комплектоваться носимой аппаратурой допосиска (т.е. оборудования для получения данных о местоположении источника излучений с точностью до метров) для СЧ-ОВЧ диапазонов;
- учитывая особенности распространения радиоволн СЧ/ВЧ диапазона (быстрое убывание интенсивности земной волны с расстоянием и наличие ночью протяженной мертвой зоны при ионосферном распространении), на первом этапе развертывания системы РК на европейской части России следует разместить не более 3–4 стационарных пунктов, а на втором этапе следует оснастить СЧ/ВЧ аппаратурой сибирские и дальневосточные отделения, которые также необходимы для обслуживания территории Европы;
- с целью решения задачи определения местоположения и с учетом специфики распространения радиоволн СЧ/ВЧ диапазона следует совместно использовать станции, расположенные за сотни километров от контролируемой;

– конкретное количество локальных сетей РК, стационарных и мобильных станций РК различной конфигурации зависит от площади зоны ответственности в данном округе, насыщенности излучающими средствами, важности защищаемых объектов (например, аэродромы) и т.п. (их количество может достигать 15–20).

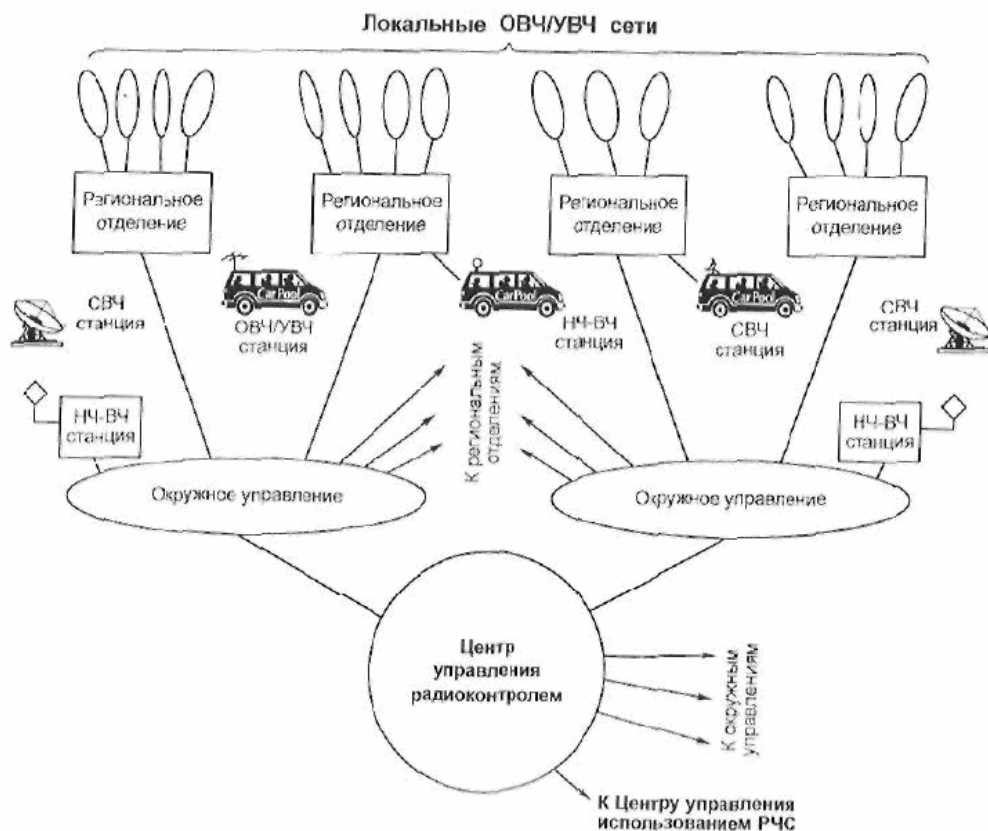


Рис. 6.2. Схема формирования системы радиоконтроля (фрагмент) Российской Федерации

6.6.1. Локальные сети радиоконтроля

Локальные сети РК предполагается организовать при населенных пунктах вплоть до областных центров, а в ряде случаев и районных. Диапазон частот, используемых различными службами, простирается от низких до сверхвысоких частот. Особенно сильно загружены полосы частот от 300 кГц до 3 ГГц, в которых наблюдается наибольшее число незаконно действующих передатчиков и чаще всего имеют место отклонения технических характеристик излучающих средств от допустимых значений.

Комплексе оборудования РК типовой локальной сети (рис. 6.3) в заданном диапазоне частот (30 МГц...3 ГГц) должен выполнять следующие функции мониторинга и пеленгации: поиск излучений по диапазону, радионаблюдение за эфирной обстановкой, измерение параметров сигнала и характеристик передающих средств, определение местоположения источника излучения.

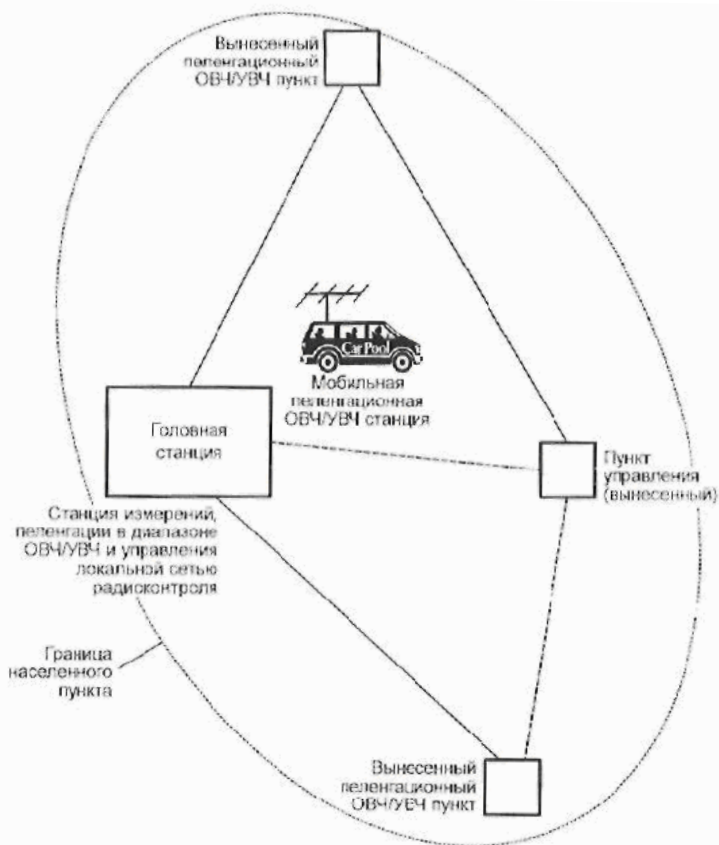


Рис. 6.3. Примерная схема расположения элементов локальной системы радиоконтроля в населенном пункте

Функции поиска, радионаблюдения, радиоизмерений и местоопределение РЭС в диапазоне ОВЧ/УВЧ выполняется на головной станции, расположенной в черте населенного пункта, причем местоположение методом триангуляции определяется с участием вынесенных пеленгационных пунктов (обычно — двух), размещаемых близ границы населенного пункта на высоких сооружениях (водонапорные башни, высотные здания и т.п.).

Для удобства управления всеми станциями РК типовой локальной сети она обычно комплектуется вынесенным пунктом управления, расположенным в требуемом месте населенного пункта. Служебная связь между станциями (пунктами) РК осуществляется либо по проводам, либо по радио.

В зависимости от особенностей частных задач РК, которые могут возникнуть в различных регионах и областях России, конфигурация локальных сетей может несколько отличаться от приведенной здесь. Например, вместо стационарных вынесенных пунктов пеленгации в диапазоне ОВЧ/УВЧ, обслуживающих город, в ряде случаев может быть рациональнее иметь один или несколько возимых пеленгаторов, которые могут работать не только на «своей» территории, но и взаимодействовать с соседними локальными сетями РК при решении общих задач.

Типичный комплект оборудования головной станции РК представлен на рис. 6.4.

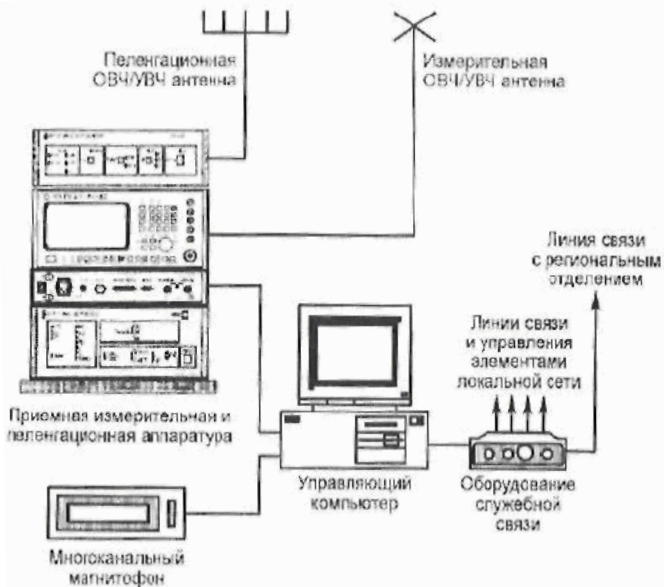


Рис. 6.4. Основное оборудование головной СВЧ/УВЧ станции

Управление взаимодействием элементов головной станции РК осуществляется с помощью персонального компьютера, а связь с другими пунктами данной локальной сети и с региональным отделением РК может осуществляться несколькими способами. На рис. 6.4 показана организация связи с помощью модемов.

Основная аппаратура выпесенного пеленгационного пункта — это пеленгатор. Он может состоять из одного или нескольких приемников и управляющего компьютера. Одна из возможных конфигураций мобильной пеленгационной СВЧ/УВЧ станции представлена на рис. 6.5, на котором показан пеленгатор с антенной на крыше, закрытой пластмассовым колпаком, а также носимый и вспомогательный пеленгаторы.

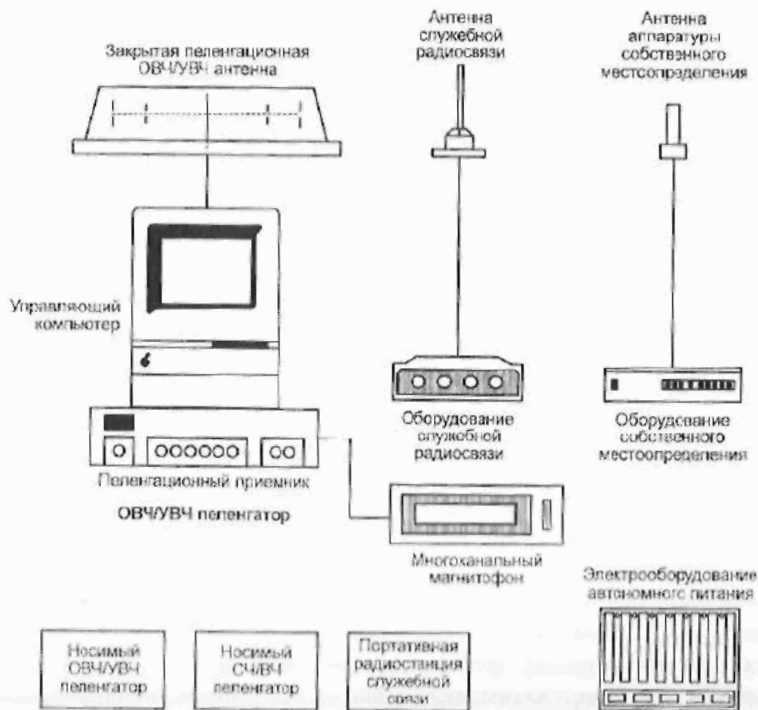


Рис. 6.5. Оборудование мобильной станции СВЧ/УВЧ пеленгации

На экран монитора вынесенного пункта управления поступает текущая информация со всех пеленгационных постов локальной сети, на основе которой главный оператор принимает решение о дальнейших совместных действиях участников службы РК и дает команды по служебной связи.

Основными требованиями к комплексу аппаратуры той или иной фирмы являются: возможность расширения числа функций станции, возможно более полная автоматизация технологических процессов РК, современная элементная база и технология производства, ремонтпригодность, высокая надежность и способность работать в неблагоприятных условиях.

6.6.2. Состав отечественной системы радиоконтроля и взаимодействие ее элементов

Национальная система радиоконтроля является частью Федеральной системы управления использованием РЧС и должна быть единой, однородной системой для всей территории России. Эта система в настоящее время должна быть модернизирована с тем, чтобы соответствовать современным требованиям.

Основными целями модернизации являются:

- полная компьютеризация, основанная на использовании миникомпьютеров;
- эффективное решение широкого круга задач анализа ЭМС и присвоения частот, основанных на наиболее полных моделях распространения радиоволн и использующих цифровые топографические карты;
- автоматизация обычных административных функций (подготовка лицензии, сбор платежей, статистический анализ использования РЧС, заполнение форм МСЭ и т.д.);
- замена существующего оборудования РК аппаратурой последнего компьютеризированного поколения;
- создание в России современных станций РК, что сделало бы возможным участие Администрации связи РФ в полномасштабной международной Программе радиоконтроля МСЭ, а также в двустороннем и многостороннем сотрудничестве с другими государствами и региональными организациями электросвязи по вопросам управления использованием РЧС и РК;
- обеспечение проверки соответствия использования частот выданных разрешений или лицензии и определение занятости РЧС посредством станций РК;
- обеспечение взаимодействия между двумя составными частями компьютерной системы — управления использованием РЧС и РК, которое позволяет оптимизировать работу и стоимость сети управления использованием РЧС;
- создание компьютерных БД, являющихся основой для реализации всех функций РК с использованием прикладных программ, предназначенных для обновления данных, выписки счета, присвоения частот, а также для обновления данных о технических параметрах РЭС, касающихся частот и передатчиков, для сравнения зарегистрированных и измеренных данных и т.д.

Деятельность центра управления по РК представляет значительный объем информации, которая передается административным подразделениям более низкого уровня, чтобы обеспечить выполнение предназначенных им функций.

6.6.3. Типовые комплекты измерительного оборудования станций РК разного назначения

При комплектовании станций РК следует соблюдать требования руководящего документа отрасли [2], который распространяется на автоматизированное оборудование станций РК, позволяющее решать одну или несколько ниже перечисленных задач:

- изучение загрузки (занятости) полос частот спектра, фиксированных частот или каналов;
- контроль и измерение параметров излучений;
- опознавание радиосигналов, поиск и идентификация источников излучений (в том числе помех).

Параметры оборудования, решающего одну и несколько указанных задач РК, должны соответствовать приведенным требованиям и являются обязательными при сертификации автоматизированного оборудования станций РК.

Основой типовых комплектов радиоизмерительного оборудования, размещаемого на предприятиях РК, являются измерительные приемники, которые по своим техническим характеристикам условно разделены на три категории: А, Б и В.

К категории А относится вновь разрабатываемое, закупаемое по импорту, а также подлежащее закупке оборудование отечественного производства для стационарных и подвижных станций (постов) РК, выполняющее все функции по радиоконтролю и полностью соответствующее требованиям МСЭ-Р.

Измерительные приемники, входящие в состав оборудования категории А, разделяются на подкатегории А1 и А2.

К подкатегории А1 относятся вновь разрабатываемые и закупаемые по импорту приемники, полностью выполняющие требования МСЭ-Р [3] в соответствии с графой «Более сложный вариант», предназначенные для эксплуатации в крупных и средних промышленных центрах с высокой плотностью РЭС, включая РЭС повышенной мощности. По согласованию с Государственной радиочастотной службой при Мининформсвязи допускается некоторое ухудшение отдельных параметров оборудования от уровня, определяемого данной подкатегорией.

К подкатегории А2 относятся подлежащие закупке приемники отечественного производства, полностью выполняющие требования МСЭ-Р в соответствии с графой «Минимальный вариант» справочника [3], предназначенные для эксплуатации в основном в малых промышленных центрах с невысокой плотностью РЭС.

К категории Б относится эксплуатирующееся импортное оборудование и оборудование отечественного производства для стационарных и подвижных станций (постов) РК, выполняющее не все функции по радиоконтролю и не полностью соответствующее требованиям МСЭ-Р.

К категории В относится портативное переносное оборудование, оборудование индикаторного типа и некомплектное оборудование, выполняющее лишь отдельные функции (такие, например, как непрерывный анализ занятости РЧС или каналов), не полностью соответствующее требованиям МСЭ-Р и не работающее в общей специализированной сети. В эту категорию входит также оборудование упрощенных подвижных станций РК, используемых для допосиска (т.е. заключительной фазы местоопределения) источников радиоизлучений на местах, которое также не полностью соответствует требованиям МСЭ-Р.

Задачи радиоконтроля и степень обязательности их выполнения оборудованием разных категорий [2] указаны в табл. 6.1. Оборудование разных категории должно обеспечивать выполнение всех задач РК, указанных в соответствующих столбцах табл. 6.1.

Таблица 6.1. Категории оборудования для различных задач радиоконтроля

Наименование задач и режимов работы	Категория оборудования		
	А	Б	В
Контроль загрузки (занятости) радиочастотного спектра и определение степени использования полос частот: – последовательный просмотр занятости полос (списка) частот – возможность одновременного выполнения измерений параметров излучений и записи сигналов – панорамный (широкополосный) просмотр занятости полосы частот	Обяз.	Обяз.	Обяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
	Обяз.	Необяз.	Необяз.
Контроль и измерение параметров радиоизлучений: – частоты – уровня входного напряжения – напряженности поля – ширины полосы частот: по методу X дБ по методу $\beta\%$ – параметров модуляции	Обяз.	Обяз.	Обяз.
	Обяз.	Обяз.	Обяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
	Обяз.	Обяз. по одному методу	Необяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
Опознавание радиосигналов, поиск и идентификация источников излучений (в том числе помех): – прослушиванием сигналов – наблюдением спектра сигналов на анализаторе спектра – автоматическим анализом принимаемых сигналов (декодирование сигналов и другие методы обработки) – определением направления на источник излучения (в том числе помеху) – определением местоположения источника излучения (методом ОМОС) – сравнением параметров обнаруженных источников излучения с параметрами РЭС, хранящимися в базе данных – опознаванием побочных излучений	Обяз.	Сбяз.	Обяз.
	Обяз.	Сбяз.	Обяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
	Обяз.	Необяз.	Необяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.
Режимы управления: – локальное управление оператором – дистанционное управление или работа в сети	Обяз.	Обяз.	Необяз.
	Обяз.	Обяз.	Необяз.

При комплектовании оборудованием предприятий модернизируемой в настоящее время отечественной системы РК полезными могут оказаться указанные в табл. 6.2 рекомендации, в которых приведено количество приемников различных вариантов сложности (категории А, Б и В), рекомендуемое для размещения на станциях РК в зависимости от задач, возлагаемых на каждое типовое предприятие радиоконтроля.

Таблица 6.2. Рекомендуемое количество приемников на станциях РК

Вариант	Задачи радиоконтроля	Предприятия радиоконтроля	СЧ/ВЧ				ОВЧ/УВЧ			
			Измерительный приемник		Пеленгационный приемник		Измерительный приемник		Пеленгационный приемник	
			Б или В	А	Б или В	А	Б или В	А	Б или В	А
1	Радионаблюдение (прослушивание) в диапазонах СЧ/ВЧ и ОВЧ/УВЧ	РКП поселковые и в малых городах	1	-	-	-	1	-	-	-
2	Измерения в диапазонах СЧ/ВЧ и ОВЧ/УВЧ, допуск в диапазонах СЧ/ВЧ	ГРКП в средних городах	1	-	1	-	1	-	-	-
3	То же	ГРКП крупных городов	1	-	2	-	2	-	2	-
4	То же	ГРКП районных центров	1	-	2	-	2-3	-	2-3	-
5	То же	ГРКП региональных управлений	-	1	2	-	-	2-3	-	2-3
6	То же	Системы ГРКП мегаполисов	-	1	2	-	-	9-12	-	9-12
7	Измерения и пеленгация в диапазоне СЧ/ВЧ, допуск в диапазоне СЧ/ВЧ	ПЦРР	-	1	2	1	-	-	-	-

Состав конкретной аппаратуры, применяемой на станциях РК для контроля технических характеристик оборудования связи при вводе их в эксплуатацию, должен определяться специалистами региональных управлений РК, исходя из текущих и перспективных потребностей.

6.6.4. Отечественные разработки радиоконтрольной аппаратуры

В настоящее время отечественные измерительные приемники, удовлетворяющие современным требованиям по стабильности, линейности и функциональным характеристикам, отсутствуют. Используемые в разработках отечественных фирм приспособленные для целей РК связные (не измерительные!) сканирующие приемники японского производства типа ICOM и AR также не удовлетворяют ряду современных требований. Однако комплексы РК, в ко-

торых такие приемники используются, могут применяться при модернизации отечественной системы РК. Ниже рассмотрены некоторые из них.

Комплекс оборудования радиоконтроля фирмы «ИРКОС» предназначен для выполнения следующих задач:

- автоматизированного РК систем связи ОВЧ/УВЧ диапазона и поиска несанкционированных излучений с помощью портативных и мобильных комплексов;
- автоматического и ручного пеленгования;
- анализа РЧС с помощью панорамных анализаторов спектра с улучшенными показателями скорости анализа и разрешающей способности;
- регистрации, обработки и технического анализа радиосигналов с цифровыми видами модуляции.

В основу большинства изделий этой фирмы положен полупрофессиональный связной японский приемник AR-3000A. Поскольку этот приемник не является измерительным, то и частотные характеристики пеленгаторов, измерителей напряженности поля и т.п. не соответствуют профессиональной радиоконтрольной аппаратуре. Так, например, точность измерения частоты с помощью этой аппаратуры составляет всего 1...2 кГц.

Фирмой «ИРКОС» разработаны следующие комплексы РК, содержащие пеленгаторы:

- мобильный комплекс автоматизированного радиоконтроля АРК-МК;
- автоматизированный панорамно-пеленгационный комплекс АРК-ПАЗМ;
- аппаратура ручного пеленгования АРК-РП 1. Диапазон перекрываемых частот этих комплексов при пеленговании составляет 25...1000 (или 1200) МГц, а в режиме приема — 20 (или 25)...2000 МГц.

Другую группу оборудования РК составляют приборы анализа загруженности полос, контроля частотных каналов и т.п.:

- автоматизированный комплекс анализа загрузки диапазона АРК-ПА 2;
- портативный комплекс автоматизированного РК АРК-ПК 1;
- комплекс контроля мобильной связи АРС-НВ;
- автоматизированный комплекс контроля радиотелефонных каналов АРК-РДО.

Кроме того, фирма выпускает измеритель напряженности поля АРК-ИН 1, малогабаритную широкополосную антенну АРК-А1 и широкополосную плоскую антенну АРК-А2.

Аппаратура «ИРКОС» в ряде случаев может быть с успехом применена для решения частных задач РК. Однако многим современным системным требованиям (возможность создания необслуживаемых станций РК, приемлемая точность и быстродействие при измерении параметров сигнала, необходимый частотный диапазон, надежность, автоматизация, возможность построения глобальной системы и т.д.) эта аппаратура удовлетворяет не в полной мере.

Мобильные станции радиоконтроля системы «Савой» в диапазонах ОВЧ/УВЧ разработаны совместно двумя предприятиями: «Луч» (г. Белгород) и «Пеленг» (г. Харьков). Эти станции могут иметь восемь конфигураций и постов пеленгации и управления, среди которых имеются и мобильные: на легковом автомобиле, в микроавтобусе и носимый комплект. Во всех конфигурациях использованы связные приемные устройства типа AR 3000A или AR 5000.

Автоматизированный пост ОВЧ/УВЧ измерений фирмы «Ирга» включает радио-приемные устройства иностранного производства тех же типов, что и применяемые в упомянутых выше разработках, однако может использоваться и отечественный радиоприемник Р-399А.

Особенностью этого оборудования является то, что стабильность частотных характеристик установки в нем определяется свойствами внешнего высокостабильного блока опор-

ных частот (БОЧ), обеспечивающего относительную погрешность измерений несущей частоты не более $5 \cdot 10^{-8}$, что на два порядка лучше, чем без БОЧ.

Пост РК позволяет осуществлять: контроль параметров сигналов в заданном диапазоне частот, измерение параметров излучений, выявление источников помех, прослушивание и запись радиосообщений, декодирование телеграфных сообщений, определение местоположения источника излучений. При решении этих задач используется информация о зарегистрированных станциях из БД, для чего разработано соответствующее программное обеспечение. Диапазоны рабочих частот поста:

- 100 кГц...2 ГГц — при использовании РПУ ICOM IC-R8500;
- 25 МГц...2 ГГц — при использовании РПУ ICOM IC-R7100;
- 5 кГц...2,63 ГГц — при использовании РПУ AOR AR5000;
- 100 кГц...2,3 ГГц — при использовании РПУ AOR AR-3000A;
- 1 МГц...32 МГц — при использовании РПУ P-399A.

Более подробные сведения о технических характеристиках упомянутых приемников приведены в [4].

6.6.5. Зарубежные разработки, пригодные для комплектования станций отечественной системы радиоконтроля

В настоящее время на мировом рынке оборудования РК представлена аппаратура около двух десятков фирм.

Для комплектования станций отечественной системы РК в наибольшей степени подходит оборудование фирмы Thomson-CSF, которое:

- выполняет заданные функции в полном объеме;
- имеет частотный диапазон, соответствующий требуемому;
- имеет полную совместимость входящей в его состав аппаратуры, что позволяет просто решать проблемы наращивания конфигурации при совершенствовании системы и усложнении выдвигаемых задач;
- позволяет полностью автоматизировать технологические процессы РК и при необходимости легко переходить из автоматического режима РК на ручной;
- просто в ремонте из-за модульной конструкции блоков;
- обладает высокой надежностью, так как проектировалось по заказу Министерства обороны Франции;
- позволяет составлять большое число различных конфигураций станций РК.

Таким образом, оборудование фирмы Thomson-CSF удовлетворяет всем заданным требованиям и в наибольшей степени подходит для реконструкции единой Федеральной системы РК и управления использованием РЧС.

Для исключения зависимости от зарубежного производителя программного продукта целесообразно ориентироваться на отечественное типовое программное обеспечение, которое разработано фирмой «Ирга».

Следует отметить, что имеющееся на рынке импортное оборудование РК, соответствующее требованиям МСЭ-Р, заметно дороже отечественного, а программное обеспечение не полностью соответствует российским специфическим требованиям и задачам, решаемым службой РК. Кроме того, требуется перевод технической документации и описаний программного обеспечения на русский язык и их переработка под стандартизованный в России формат.

Представляется целесообразным при оснащении отечественной системы РК совмещение преимуществ зарубежного и отечественного оборудования. Это позволит, полностью соблюдая требования МСЭ-Р к системе РК, заметно снизить стоимость результирующего программно-аппаратурного комплекса, создать его документацию на русском языке в стандартизованном формате и обеспечить интерактивной связью оборудование РК с Федеральной БД о частотных присвоениях. С этой целью целесообразно ориентироваться на измерительные приемники производства фирмы Thomson-CSF, доработав под них программное обеспечение отечественной системы «Ирга» для обеспечения радиоизмерений и радиопеленгации в ОВЧ/УВЧ диапазоне.