

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СТАНЦИЯ РАДИОКОНТРОЛЯ "ИРГА"

И.П. Харченко, зав. кафедрой СПб ГУТ им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, д.т.н.

Б.М. АНТИПИН, доцент СПб ГУТ им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, к.т.н.

Исполнилось 12 лет со времени создания отечественной автоматизированной станции радиоконтроля ИРГА [1]. Это была первая отечественная станция, в которой широко использовались средства вычислительной техники, позволяющие автоматизировать ее работу, начиная от процесса составления задания на проведение мониторинга использования спектра и заканчивая сохранением результатов измерений и наблюдений в файлах или в базах данных, хранящихся на магнитных носителях в ЭВМ.

В конце 90-х годов прошлого века на станциях радиоконтроля (РК) Госсвязьнадзора России применялось оставшееся в наследство от ГИЭ разноразмерное технологически устаревшее оборудование. Большая его часть, за редким исключением, могла работать только в ручном режиме, что существенно ограничивало его производительность.

В условиях рыночной экономики и начавшейся либерализации в сфере оказания услуг связи число радиоэлектронных средств (РЭС) гражданского назначения выросло в десятки раз, что, естественно, потребовало повышения эффективности работы регулирующих органов. В связи с этим возникла острая необходимость в автоматизированном оборудовании для службы РК.

На тот момент автоматизированное радиоконтрольное оборудование было представлено только немецкими стационарными и мобильными станциями типа DASA, которые функционировали с начала 80-х годов в Ленинграде и Москве. Степень их автоматизации была относительно невысока, а любые изменения программного обеспечения требовали значительных финансовых затрат, так как должны были выполняться на фирме разработчика, т.е. немецкими специалистами.

В связи с этим актуальным было создание отечественных автоматизированных станций РК. Такой станцией стала станция радиоконтроля ИРГА, разработанная изначально в помощь надзорным и частотным органам Минсвязи России для решения задач управления использованием радиочастотного спектра РЭС гражданского назначения.

Состав станции ИРГА. С учетом задач надзорных и частотных органов [2] была определена базовая станция

ИРГА, функциональная схема которой показана на рис. 1. В ее состав входят антенны, фидеры, радиоприемные устройства и вычислительные средства.

Антенны являются основными элементами любой станции РК. Качество антенных систем - необходимое условие эффективности мониторинга использования спектра. В комплект станции ИРГА входят широкодиапазонные калиброванные всенаправленные и направленные антенны.

Всенаправленные антенны позволяют принимать радиоизлучения со всех направлений, что важно для быстрой предварительной оценки использования радиочастот в данном регионе, а направленные антенны обеспечивают пространственную селекцию радиоизлучений, необходимую при проведении измерений (оценки) их параметров. Кроме того, с помощью направленных антенн можно

определять направление на источники радиоизлучений.

Как правило, все антенны, поставляемые в составе станций ИРГА, калиброванные, что позволяет, наряду с оценкой уровней сигналов на входе приемников, производить оценку напряженности поля в месте установки антенн.

При выборе радиоприемных устройств для станции ИРГА, прежде всего, разработчики исходили из оптимизации соотношения "цена-качество". Рекомендуемые в то время МСЭ для использования на станциях РК измерительные приемники [3] имели очень хорошие технические характеристики, но их стоимость составляла десятки тысяч долларов. Поэтому разработчики отечественной станции РК не могли ориентироваться на них как на базовый вариант. В качестве альтернативы были выбраны относительно недорогие связ-

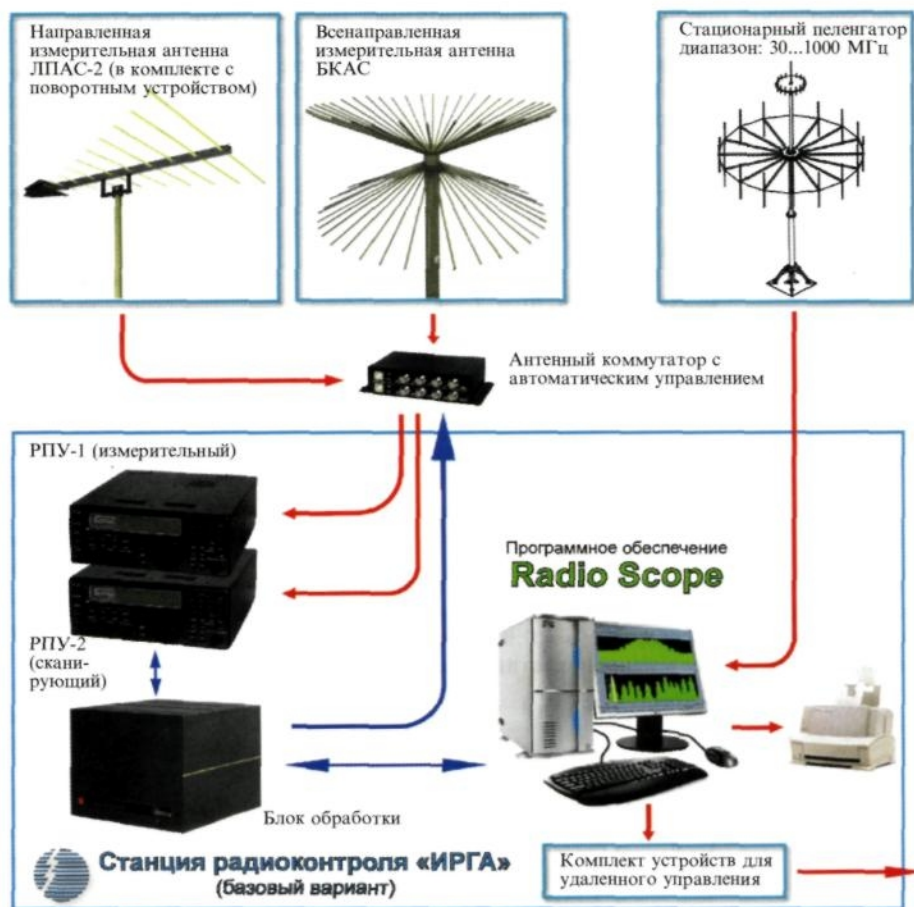


Рис. 1

ные приемники японских фирм AOR и ICOM. К сожалению, разработчики этих фирм указывают достаточно скромный набор технических характеристик на свои изделия, поэтому без дополнительных измерений невозможно было судить об их пригодности для решения задач радиоконтроля.

Особое значение при мониторинге спектра и измерениях по полю имеют такие характеристики приемников как коэффициент стоячей волны (КСВН) и точки пересечения интермодуляции третьего порядка (IP3). Результаты измерения этих параметров показали, что значения IP3 приемников IC-R8500 и AR-5000 примерно одинаковые (на уровне -1 дБм). Что касается КСВН, то у AR-5000 в рабочем диапазоне частот его значение достигало 11, а IC-R8500 - не превышало 3. Как известно, параметр КСВН в значительной мере влияет на качество измерения уровней сигнала на входе приемника. Поэтому, несмотря на более широкий диапазон частот и более богатый набор фильтров основной селекции AR-5000, был сделан выбор в пользу приемника IC-R8500.

Отдельно решался вопрос о количестве используемых радиоприемных устройств. В итоге остановились на двух приемниках, позволяющих одновременно выполнять сканирование диапазонов (частот) и параллельно проводить измерения параметров радиоизлучений в заданных частотных каналах. Использование двух приемников позволяет также создать корреляционный регистратор источников помеховых сигналов, возникающих в результате внутренней и внешней интермодуляции радиоизлучений.

Так как выбранные приемники IC-R8500 не имели практически никаких измерительных функций, последние были возложены на ЭВМ. Для этого нужно было предварительно преобразовать сигналы с выходов линейных трактов приемников в цифровую форму и передать их в ЭВМ. Такое преобразование выполняет блок устройств обработки и преобразования сигналов, который также производит дополнительную частотную селекцию принимаемых сигналов с помощью аналоговых и цифровых фильтров, преобразовывает в цифровую форму напряжение на выходе системы АРУ приемников и имеет многие другие функции.

ЭВМ осуществляет спектральную обработку оцифрованных сигналов с выходов ПЧ и измеряет следующие параметры: уровень сигналов в полосе данного частотного канала, напряженность электромагнитного поля в месте установки антенн, среднюю и характерные частоты, ширину полос (занимаемую и по уровням X дБ), параметры модуляции и другие. Перед выполнением измерений строится энергетический спектр принимаемых сигналов.



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

При сканировании диапазонов и фиксированных частот вычисляются средний, максимальный и минимальный уровни сигналов в частотных каналах, а также их загрузка.

Основные технические решения, положенные в основу построения станции, опубликованы в виде статей и тезисов докладов конференций, на ряд элементов станции получены авторские свиде-

тельства, а принцип регистрации источников помех и идея расчета взаимного влияния антенн приняты в качестве вклада при разработке последней редакции "Справочника по радиоконтролю", изданного МСЭ [4, 7].

Основные характеристики станции. В 2003 г. на установку радиоконтроля измерительную ИУ2 - базовую часть станции ИРГА, был получен сертификат об утверждении типа средств измерений. В описании типа к сертификату ИУ2 указаны следующие метрологические характеристики:

1. Диапазон рабочих частот.....0,1...2000 МГц
2. Пределы допускаемых погрешностей измерения:
 - средней (характерной) частоты модулированного сигнала (в течение года)..... $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
 - частоты немодулированного сигнала в течение месяца..... $\pm (1-2) \cdot 10^{-8}$
 - года..... $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$
 - уровня сигнала в диапазоне 20-100 дБ(мкВ)..... ± 2 дБ
 - ширины занимаемой полосы частот..... $\pm 10\%$
 - ширины полосы частот на уровне X дБ..... $\pm 10\%$
 - разноса поднесущих (ЧТ)..... $\pm 10\%$
 - девиации частоты $\pm 5\%$
 - коэффициента амплитудной модуляции $\pm 10\%$
3. Температура окружающей среды..... от + 5 до + 40°C

В 2005 г. аналогичный сертификат был получен и на модификации установки ИУ2/1 и ИУ2/Н.

В настоящее время станция ИРГА используется в стационарном, носимом и мобильном вариантах. На рис. 2 показана работа оператора стационарной станции РК. На верхней полке хорошо видны два радиоприемника IC-R8500, аппаратура управления поворотным устройством и блок обработки принимаемых сигналов.

Носимый вариант станции РК (рис. 3) использует только один приемник. Возможна автономная работа (от встроенных аккумуляторов) и от сети 12 В, что позволяет работать в полевых условиях. В комплект носимого варианта входит также ручной пеленгатор для определения направления на источники радиоизлучений в диапазоне от 30 МГц до 3 ГГц.

Носимые станции позволяют измерять параметры излучений передатчиков по тракту. На рис. 4 показан процесс измерения параметров излучений вещательных передатчиков на передающем центре в С.-Петербурге.

Мобильные станции РК существенно расширяют возможности радиочастотных и надзорных органов по получению информации об использовании частотного ресурса в регионах. По функциональным возможностям эти станции не

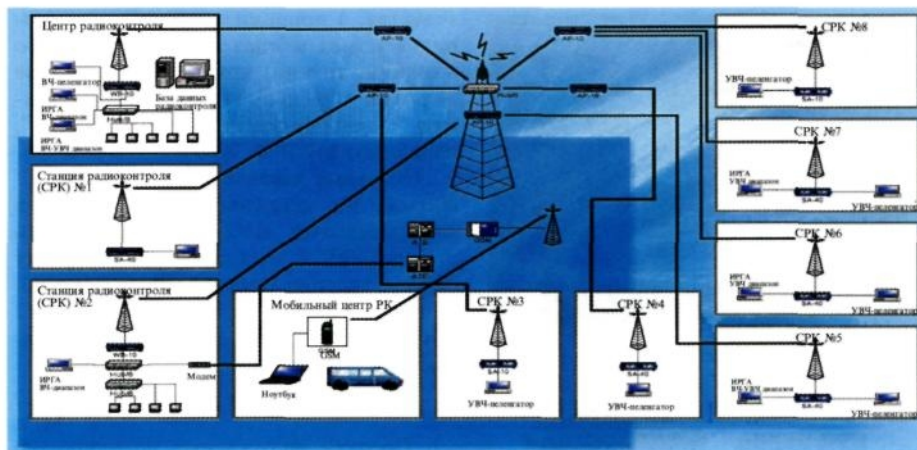


Рис. 6



Рис. 7

уступают стационарным, но для них практически не существует РЭС, которые были бы вне зоны их электромагнитной доступности.

Мобильные станции ИРГА (рис. 5) создаются на базе автомобилей марок УАЗ и "Газель". В их состав входит измерительное и пеленгационное оборудование для поиска источников радиопомех. На станции имеются системы кондиционирования и отопления для обеспечения работы станции практически во всех климатических зонах России. Имеется дополнительный бензиновый генератор для энергообеспечения станции на стоянке. Стоимость мобильной станции ИРГА на базе автомобиля "Газель" составляет 1,7-2 млн. руб., в зависимости от комплектации.

В 1998 г. впервые в России на базе стационарных станций ИРГА в С.-Петербурге была создана интерактивная система радиомониторинга рис.6, объединившая три радиоконтрольных пункта с оборудованием ИРГА, пеленгационную систему на базе оборудования БАРС, цех контроля телевизионных передатчиков и центр управления [8, 9]. Основные задачи, которые были при этом решены, состояли в следующем:

- обеспечение эффективного взаимодействия всех технических средств региональной службы РК при решении задач контроля за использованием РЧС;

- обеспечение прочной и неразрывной связи между техническим контролем за использованием РЧС радиоэлектронными средствами в регионе и административным управлением;

- оптимизация работы службы РК (повышение технической, экономической и общей эффективности).

Перспективы. В настоящее время оборудованием ИРГА (стационарными, мобильными и носимыми станциями) оснащено около 60 регионов России. Кроме того, оборудование поставлено и в некоторые страны ближнего и дальнего зарубежья.

На рис. 7 показана география поставок станций ИРГА по территории России.

Среди основных направлений развития оборудования ИРГА можно выделить следующие [10]:

- модернизация аппаратного и программного обеспечения для повышения эффективности его использования в режиме удаленного управления (полностью необслуживаемые станции) и создания региональных автоматизированных систем РК;

- расширение возможностей оборудования по обработке и оценке параметров радиопомех современных широкополосных систем связи;

- интеграция в оборудование спектроанализаторов и измерительных при-

емников производства известных зарубежных фирм.

В разработку и техническую реализацию первой станции радиоконтроля ИРГА существенный вклад внесли: Е.И. Галкин, А.С. Крапивин, В.В. Грозозим, В.А. Солонников и Н.Р. Мартиросова. Следует подчеркнуть и огромную роль Сергея Михайловича Алексева - руководителя Госсвязьнадзора по Санкт-Петербургу и Ленинградской области, который инициировал финансирование научных работ и производство первых автоматизированных станций РК. Отметим, что благодаря использованию критерия оптимизации "цена-качество" стоимость станций ИРГА (в сопоставимом классе), значительно ниже существующих на рынке аналогов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев СМ. и др. Задачи и структура постов радиоконтроля. Пост радиоконтроля "ИРГА"/ Материалы семинара "Радиоконтроль и управление радиочастотным спектром". - СПб., 1998.
2. Гоголь А.А., Харченко И.П. Востребованность результатов и нормативное обеспечение радиоконтроля// Электросвязь. -2006. - № 5.
3. Справочник МСЭ по радиоконтролю, 1995.
4. Харченко И.П. Корреляционный метод определения источников помех на объекте/ Труды 7-го симпозиума по ЭМС. - Вроцлав, ПИИР, 1984.
5. Гайсин А.М., Кривенко Э.А., Харченко И.П. Регистратор источников помех. НТОРЭС им. А.С. Попова, Даугавпилс, 1985.
6. Харченко И.П., Фоминцев С.С. Расчет характеристик антенных полей станций радиоконтроля на основе математического моделирования// Электросвязь. - 2001. -№9.
7. Справочник МСЭ по радиоконтролю, 2002.
8. Алексеев СМ. и др. Назначение, функции и общая структура интерактивной системы радиоконтроля управления ГСН по СПб и Ленобласти/ Материалы семинара "Радиоконтроль и управление радиочастотным спектром". - СПб., 1998.
9. Антипин Б.М., Харченко И.П. Метрологические и методические проблемы измерений при радиомониторинге. Опыт создания системы радиомониторинга на базе оборудования "ИРГА"/ Тезисы докладов 2-й международной конференции "Развитие системы радиомониторинга в России". - Москва, 2002.
10. Антипин Б.М., Виноградов Е.М., Ленцман В.Л., Харченко И.П. Проблемы отечественного радиомониторинга/ Сб. науч. докл. 5-го Международного симпозиума по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии. - СПб., 2003.

Получено 31.01.07