

# СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К КОНТРОЛЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

ЗАМЕСТИТЕЛЬ  
ГЛАВНОГО  
КОНСТРУКТОРА  
ЗАО «КБ «НАВИГАТОР»  
Сергей Иосифович  
Сухинин



ИНЖЕНЕР  
ЗАО «КБ «НАВИГАТОР»  
Владислав  
Владимирович  
Коростелёв



Управление использованием радиочастотным спектром необходимо для обеспечения эффективной работы оборудования служб радиосвязи без создания взаимных помех. Радиоконтроль использования спектра – это «глаза» и «уши» процесса управления использованием спектра.

Такой контроль крайне необходим в повседневной жизни, поскольку в реальных условиях планируемое использование радиочастотного спектра не всегда соответствует его реальному воплощению. Причин для этого может быть множество:

- возникновение непреднамеренных помех от электротехнического и радиотехнического оборудования;

- возникновение непреднамеренных помех от средств связи;
- ухудшение технических характеристик средств связи;
- несанкционированное применение средств связи;
- ошибки, возникшие при планировании использования радиочастотного спектра;
- нарушение регламента связи.

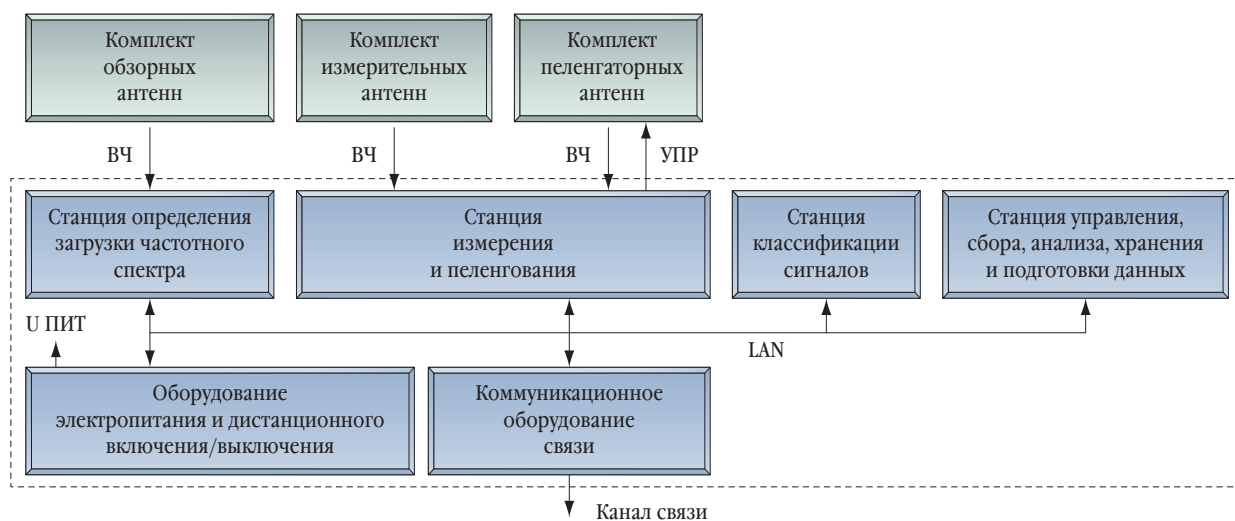
Поэтому одной из главных целей радиоконтроля, как и всего управления спектром, является обеспечение беспомеховой связи. Пути достижения поставленной цели являются:

- определение занятости (загрузки) спектра;
- проверка технических параметров эксплуатируемых средств связи;
- опознавание (классификация) несанкционированных средств связи и определение их местоположения;
- опознавание (классификация) помех и определение их местоположения;
- подготовка рекомендаций в отношении новых присвоений частот;
- подготовка рекомендаций по рассмотрению жалоб и запросов;
- проверка и совершенствование баз данных.

Для однозначного и достоверного решения задач радиоконтроля необходимы некоторые условия:

- наличие учетных баз данных эксплуатируемых средств связи;
- наличие технического базиса средств связи с их основными техническими характеристиками и требований к ним в соответствии с национальными нормативными документами;
- наличие измерительного радиоконтрольного оборудования, обеспечивающего эфирные измерения с характеристиками, достаточными для контроля параметров средств связи;
- наличие методик проведения измерения, обработки результатов измерений и принятия реше-

1



СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА РАДИОКОНТРОЛЯ

ния по основным направлениям деятельности радиоконтроля.

На сегодняшний день основные задачи радиоконтроля решаются администрациями планирования использования спектра с определенной долей автоматизации процессов проведения радиоконтроля и управления радиочастотным спектром.

Сложившиеся проблемы автоматизации процессов радиоконтроля могут быть проанализированы в рамках отдельной статьи.

Интерес представляет другое – бурный рост современных цифровых средств связи как в техническом, так и в количественном планах. Развитие средств связи, телекоммуникаций и технологического управляющего оборудования идет по следующим направлениям:

- расширение используемого частотного диапазона до 40 ГГц и в ближайшей перспективе до 60–70 ГГц;
- активное и массовое внедрение цифровой пакетной связи с временным разделением;
- широкое применение широкополосных и шумоподобных сигналов;
- увеличение территориального охвата за счет применения сотовой (ячейковой) структуры используемых сетей связи и вещания.

Исходя из перечисленных целей радиоконтроля и тенденции развития средств связи, к программно-аппаратным комплексам радиоконтроля необходимо предъявлять следующие требования:

- возможность функционирования в территориально распределенных системах в масштабе времени, близком к реальному;
- перекрытие требуемого частотного диапазона;
- обеспечение как минимум четырехкратного запаса по основным измеряемым характеристикам по отношению к самым высококачественным применяемым средствам связи;

- обеспечение классификации средств связи и другого оборудования в масштабе времени, близком к реальному.

На сегодняшний день сложившаяся система проведения радиоконтроля начинает отставать от уровня развития средств связи. Сдерживающими факторами сложившихся систем радиоконтроля, снижающими эффективность работы, являются:

- применение системы планирования радиоконтрольных измерений с доведением плана по всем частотам и владельцам радиоэлектронных средств (РЭС) до каждой измерительной установки;
- передача больших объемов данных в виде результатов измерений параметров РЭС с измерительных установок на пункты управления.

Недостатки применения процедуры планирования радиоконтроля для каждой измерительной установки:

- занимает ресурс администрации управления спектром;
- требует обработки больших объемов данных для составления планов для всех измерительных установок;
- требует передачи больших объемов получаемой информации из всех измерительных установок.

Недостатки передачи все возрастающих объемов данных результатов измерений влекут за собой ограничение на применение традиционных территориально распределенных автоматизированных систем в силу ограниченности возможностей по организации связи с требуемыми скоростями.

На основе вышеприведенного анализа предлагаются программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие проведение измерений и классификации средств связи в реальном масштабе времени с автоматическим определением статусов выявленных сигналов и подготовкой сводных отчетов непосредственно в местах развертывания радиоконтрольного оборудования.



Таблица 1

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
КОМПЛЕКСА «АРБАТ»**

Наименование параметра	Значение параметров
Диапазон рабочих частот оборудования	от 30 до 6000 МГц (18000, 40000 МГц)
Относительная погрешность измерения частоты	не более $\pm 1 \times 10^{-9}$
Пределы измерения уровня входного сигнала	от 0 до 130
Погрешность измерения уровня немодулированного сигнала	не более 1 дБ
Погрешность измерения напряженности поля	не более $\pm 2,5$ дБ
Погрешность измерения ширины полосы частот на уровне «X дБ» для X	1%
Погрешность измерения коэффициента амплитудной модуляции	2%
Погрешность измерения девиации частоты сигналов	5%
Погрешность пеленгования	не более 4°
Дискретность настройки по частоте	0,01 Гц
Набор полос анализа	от 0,01 до 25000 кГц
Точка пересечения по интермодуляции второго порядка $IP_2$	+43 дБм
Точка пересечения по интермодуляции третьего порядка $IP_3$	+10 дБм
Скорость обзора диапазона 1 ГГц при разрешающей способности 10 кГц	17 ГГц/с
Вероятность классификации сигналов	0,85
Напряжение питания	+12 В; 220 В 50 Гц
Интервал рабочих температур:	
– для антенн	от -50° до +50°С
– для оборудования	от 0° до +45°С

В этом случае проведение радиоконтроля производится непрерывно в заданном частотном диапазоне. А результатом проведения радиоконтроля является отчет с минимально достаточным набором полей. Интервал получения отчетов может регулироваться.

При таком построении системы процедура планирования радиоконтрольных измерений с доведением плана по всем частотам и владельцам РЭС до каждой измерительной установки упраздняется, а объемы передаваемой информации уменьшаются на несколько порядков.

Такой подход позволяет строить территориально распределенные автоматизированные системы радиоконтроля, не перегружая формальной работой пункты управления и каналы передачи данных. При таком построении систем достаточно просто реализуется покрытие требуемых территорий с возможностью обеспе-

чения многоуровневого доступа к результатам радиоконтроля в реальном масштабе времени (рис. 1).

Подготовка комплекса к работе, помимо монтажа, подключения электропитания и канала связи, заключается в следующем:

1) проведение загрузки учетных данных в станцию управления, сбора, анализа, хранения и подготовки данных с учетом зоны электромагнитной доступности комплекса;

2) заполнение в учетной базе станции следующих данных:

- категории средств связи;
- классов излучений;
- стандартов связи;

3) проведение загрузки в классификатор базы обзоров сигналов.

Работа ведется непрерывно 24 часа в сутки без участия оператора.



При работе комплекса производится:

- непрерывное сканирование частотного спектра с выявлением сигналов, оценкой их технических характеристик и предварительной оценкой статуса, определение загрузки частотного спектра. Работа проводится станцией определения загрузки частотного спектра;
- измерение параметров выявленных сигналов, эксплуатирующихся в данном регионе средств связи, и определение направления на них. Работа проводится станцией измерения и пеленгования;
- классификация полученных сигналов с уточнением статусов обнаруженных радиоэлектронных средств (несанкционированные средства связи, санкционированные средства связи, помехи). Работа производится станцией классификации сигналов;
- обработка всех полученных результатов, сравнение полученных результатов измерения с нормативными данными, уточнение частотного плана средств связи и подготовка сводного отчетного документа. Периодичность обновления информации может составлять от 30 до 200 минут в зависимости от количества средств связи в зоне электромагнитной доступности. На пункт управления региональной системой радиоконтроля

в автоматическом режиме поступает обработанная информация в табличном виде с перечнем данных по существу:

- частота;
- статус радиоэлектронного средства;
- владелец;
- отсутствие или наличие нарушений;
- параметры, по которым выявлены нарушения;
- дата;
- время;
- продолжительность контроля.

При необходимости дополнительная информация о результатах измерения по любому из сигналов может быть отправлена по запросу на пункт управления.

Работа проводится станцией управления, сбора, анализа, хранения и подготовки данных.

Комплекс может быть реализован как в стационарном, так и в мобильном варианте и обеспечивает работу в необслуживаемом режиме.

При работе в мобильном варианте заранее определяется набор пунктов для проведения радиоконтроля и заносятся необходимые исходные данные.

Технической реализацией подобного подхода к организации радиоконтроля может служить комплекс «Арбат» (табл. 1).