

Кизима Станислав Васильевич,

доктор технических наук

Авдюшин Артем Сергеевич

Беспалов Владимир Валентинович

Козьмин Владимир Алексеевич,

кандидат технических наук

ПЕРСПЕКТИВНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАДИОМОНИТОРИНГА

Aктивное развитие служб радиосвязи, радиовещания, телевидения, систем беспроводной передачи данных, радиолокации и навигации требует совершенствования методов управления радиочастотным ресурсом. Радиочастотный ресурс является ограниченным природным ресурсом и его рациональное использование имеет такое же значение для страны, как и другие ресурсы, например земельный или водный. Управление радиочастотным ресурсом должно стимулировать эффективное использование систем радиосвязи, беспроводных систем коммуникаций, внедрение новейших радиоэлектронных технологий, развивать экономику и содействовать обеспечению обороны страны и правопорядка, охране жизни и здоровья граждан. Достижение перечисленных целей невозможно без наличия стройной государственной системы управления, функции которой заключаются в планировании, регламентировании и лицензировании использования радиочастотного ресурса и радиоэлектронного оборудования, стандартизации и международного сотрудничества, проведении исследований в области методов использования и управления спектром. К важнейшим функциям системы управления радиочастотным ресурсом относится радиомониторинг [1, 2].

Методы радиомониторинга непрерывно совершенствуются вслед за развитием его объектов, к которым относится совокупная электромагнитная обстановка, включая загруженность радиодиапазонов и номиналов радиочастот, действующие радиоэлектронные средства, высокочастотные промышленные, медицинские и научные установки, источники индустриальных и естественных помех. Радиомониторинг это фактически «глаза и уши» процесса управления, он необходим, поскольку в реальной жизни даже санкционированное применение радиоэлектронных средств не всегда гарантирует достижение запланированных результатов ввиду сложностей учета всех особенностей радиоэлектронного оборудования и возможных взаимных влияний [1].

Управление радиочастотным ресурсом и радиомониторинг должны быть тесно связаны между собой, поскольку [1, 5]:

- управление устанавливает официальный список присвоенных частот для контроля излучений;
- управление дает сведения относительно полос частот, подлежащих мониторингу, и задач по контролю;
- радиомониторинг принимает от системы управления заявки на выполнение конкретных задач, например поиска и идентификации радиопомех;

- в результате мониторинга проверяется занятость частот, подлежащих присвоению;
- в ходе мониторинга измеряются параметры, проверяется техническое соответствие передатчиков установленным нормам, обнаруживаются и локализуются нелицензированные передатчики или передатчики, параметры которых не соответствуют нормам.

Автоматизированная система радиомониторинга

Справиться с возрастающим потоком все более сложных задач без увеличения численности работающего персонала можно только путем использования современных технологий автоматизации управления. В настоящее время наиболее эффективные системы радиомониторинга представляют собой иерархию национальных, федеральных, региональных, фиксированных, удаленных и подвижных станций радиомониторинга, объединенных в единую компьютерную сеть, работа которой происходит в реальном времени, с применением сложного программного обеспечения, использующего технологию клиент-сервер [1, 2, 3, 4, 6]. Использование автоматизированных систем повышает скорость и точность выполнения измерительных задач, освобождает операторов от выполнения рутинных работ, повышает производительность труда. Кроме того, улучшается коэффициент использования измерительного оборудования благодаря возможности постановки и решения многих задач в автоматическом фоновом режиме, например задач по контролю загрузки радиодиапазона, поиску радиопередатчиков, работающих без лицензии, проверке параметров зарегистрированных средств.

В автоматизированной системе для осуществления радиомониторинга могут использоваться три типа станций:

- стационарные (фиксированные);
- подвижные (мобильные);
- портативные (носимые).

Стационарные станции радиомониторинга являются центральным элементом системы, как правило, они предназначены для работы в крупных населенных пунктах или городах. В своей рабочей зоне стационарные станции позволяют проводить все измерения без ограничений на площадь под рабочие места, неподходящие условия для установки антенн или ограниченное электропитание. Обычно в пределах одного крупного населенного пункта разворачивается несколько стационарных станций. При этом одна из них назначается центральной и работает под управлением операторов, а другие станции являются дистанционно управляемыми и не требуют постоянного присутствия операторов.

Главный недостаток стационарных станций – это сам факт, что их местоположение строго определено, фиксировано, а по финансовым причинам обычно эти станции

нельзя установить в достаточном количестве. Поэтому стационарные станции дополняют подвижными станциями, которые в зависимости от назначения могут оборудоваться измерительными приемниками или радиопеленгаторами. Подвижные станции контроля предназначены для проведения операций по контролю, где малая мощность передатчиков, высокая направленность передающих антенн, удаленность источника радиоизлучения делают невозможным проведение измерений стационарными станциями.

К тому же в состав системы могут входить портативные средства, которые используются на стационарных или временных постах, оборудованных или не оборудованных электропитанием, а также на открытой местности. Небольшие масса и габариты портативных станций позволяют доставлять их вручную в места, недоступные для автомобилей, например во внутренние помещения или на крышу зданий. Такие станции необходимы для определения точного местоположения источника помехи или для проверки на месте жалобы на помехи от радиооборудования.

Одна из возможных структур автоматизированной системы представлена на рис. 1. Обмен данными между стационарными постами системы осуществляется по высокоскоростным радиоканалам, проводным или оптоволоконным линиям. Для обмена данными с мобильными станциями применяются низкоскоростные системы радиосвязи.

Представленная на рис. 1 система может входить составной частью в более сложную иерархическую систему, охватывающую несколько городов, федеральный округ или страну в целом. Очевидно, что в любом случае структура управления в автоматизированной системе должна соответствовать организации управления в административной службе, в интересах которой она функционирует [1, 2, 5, 6].

В Российской Федерации в соответствии с основными положениями Федерального закона «О связи» радиоконтроль за радиоэлектронными средствами гражданского назначения осуществляется радиочастотной службой. Во всех федеральных округах РФ организованы и действуют радиочастотные центры (РЧЦ) федеральных округов. Деятельность радиочастотных центров направлена на обеспечение надлежащего использования радиочастот, радиоэлектронных средств (РЭС) и высокочастотных установок (ВЧУ) промышленного или медицинского назначения. Радиочастотные центры обеспечивают рациональное частотно-территориальное планирование, производство и учет радиочастотных присвоений, РЭС, ВЧУ и пользователей радиочастот, решают задачи радиоконтроля согласно зонам территориальной ответственности действующих в их составе подразделений радиоконтроля.

Радиочастотные центры федеральных округов имеют

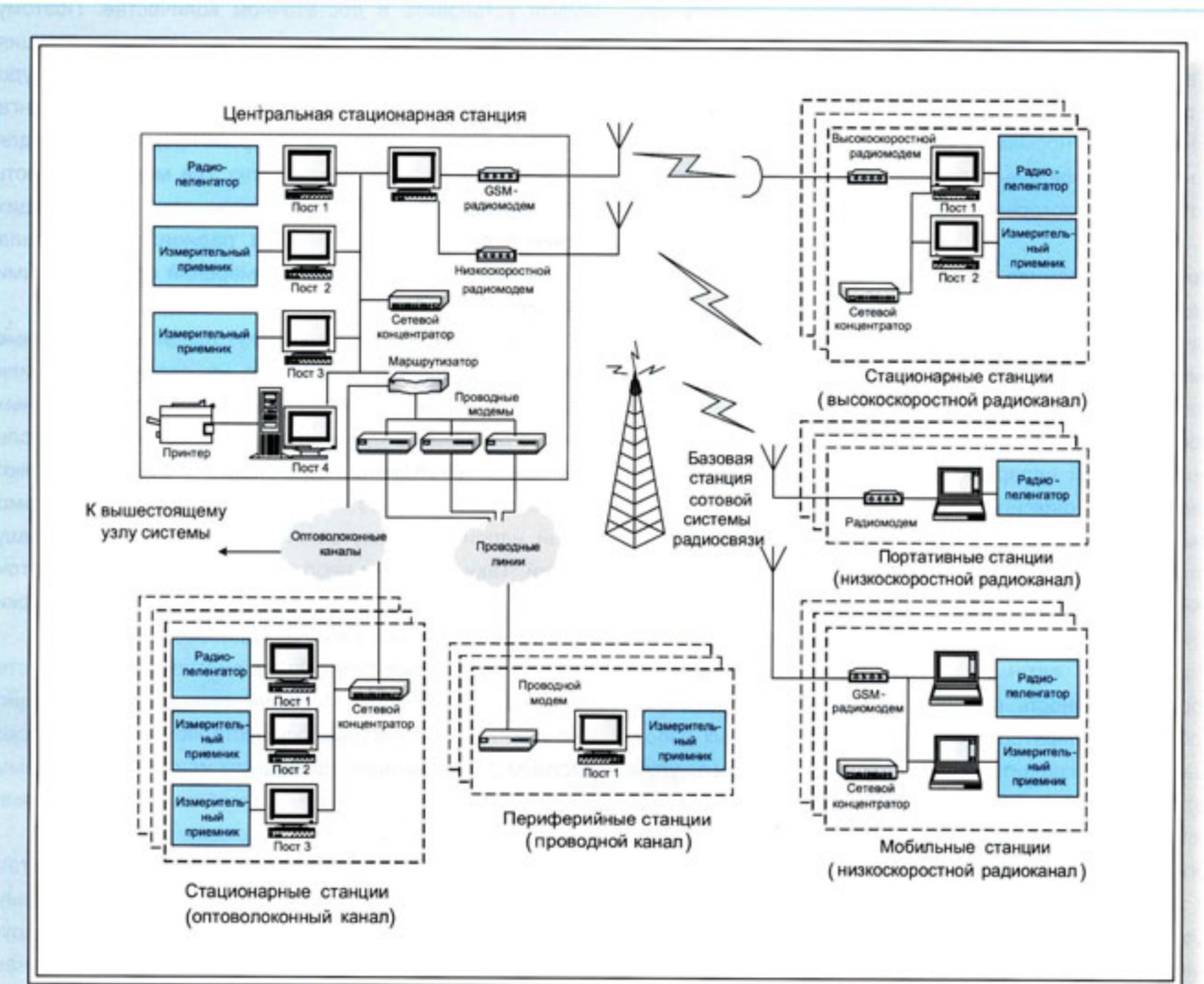


Рис. 1. Структура автоматизированной системы радиомониторинга

филиалы, расположенные, как правило, в крупных городах – центрах субъектов РФ. В состав филиалов РЧЦ помимо административных структур входят станции радиомониторинга (радиоконтрольные пункты), оснащенные оборудованием для проведения радиоизмерений. Таким образом, инфраструктура радиочастотной службы построена по иерархическому принципу, как показано на рис. 2. На верхнем уровне находится федеральный РЧЦ, ниже филиалы РЧЦ в регионах, а еще ниже – отдельные станции радиомониторинга.

Для обеспечения централизованного управления автоматизированная система также должна подчиняться иерархическому принципу, при котором каждый нижний уровень системы работает под управлением узла вышестоящего уровня. Система должна быть масштабируемой, способной работать при появлении новых узлов или уровней. Программное обеспечение узла – сервер радиоконтроля

(РК), расположенный на более высоком уровне, должен иметь возможность получения информации, хранящейся на подконтрольных серверах РК, а также оперативный доступ к их аппаратуре радиоконтроля (при наличии канала связи с достаточной пропускной способностью). При этом для обеспечения быстрого реагирования на местные условия должна сохраняться возможность выполнения задач радиоконтроля, инициированных на нижних уровнях иерархии, с возможностью контроля результатов их выполнения на верхнем уровне.

Структура управления в автоматизированной системе представлена на рис. 3. Возможны три варианта управления в системе. По первому варианту вышестоящий сервер РК управляет только подчиненными серверами, по второму варианту сервер РК управляет только подключенной к нему измерительной аппаратурой, наконец, по третьему варианту сервер радиоконтроля должен управлять подчи-

ненными серверами и подключенной к нему аппаратурой. Например, сервер РК, территориально размещенный в центральном здании филиала РЧЦ, управляет серверами РК, расположенными на стационарных станциях радиомониторинга. В свою очередь, сервер РК стационарной станции управляет измерительной аппаратурой, находящейся на станции. Кроме того, стационарной станции могут быть приданы мобильные или носимые средства радиомониторинга. В этом случае сервер РК стационарной станции помимо подключенной к нему измерительной аппаратуры управляет сервером РК мобильной или носимой станции.

Основные функции сервера РК:

- выполнять задачи радиоконтроля в ручном (интерактивном), автоматическом (программном) и фоновом режимах;
- предоставлять пользовательский интерфейс для постановок задач радиоконтроля, контроля процесса их выполнения, отображения результатов, формирования отчетов по результатам работы;
- осуществлять постановку типовых задач РК на дистанционно управляемых постах радиоконтроля в рамках иерархической системы;
- управлять измерительным оборудованием на стационарных, мобильных и портативных станциях радиоконтроля.

Чтобы повысить унификацию программного обеспече-

ния, упростить развертывание, сопровождение и обслуживание автоматизированной системы, целесообразно применять на всех ее узлах однотипные унифицированные серверы РК. В состав каждого сервера РК должна входить типовая база данных радиоконтроля (БД РК),

которая является универсальным средством хранения данных в системе радиомониторинга. Структура типовой БД РК едина для всех серверов, но ее наполнение зависит от уровня иерархии, на котором находится сервер. База данных обеспечивает передачу результатов вверх по иерархической лестнице от удаленных серверов на верхние уровни системы, содержит информацию о территориально частотном плане для данного района, необходимую для выполнения задач радиомониторинга. Наличие БД РК позволяет серверу РК выполнять задачи радиоконтроля, поставленные сервером РК более высокого уровня, даже в тех случаях, когда между ними нет постоянно действующей линии электронного обмена данными.

Помимо БД РК в составе сервера РК имеются программные подсистемы (блоки), основными из которых являются:

- администрирования;
- оперативной работы;
- типовых задач радиоконтроля;
- формирования отчетов;
- картографии и навигации;
- сбора данных.

Структурная схема сервера РК представлена на рис. 4.

Рассмотрим кратко назначение данных блоков.

Блок администрирования обеспечивает редактирование полей, таблиц и справочников БД РК, задание сценария

работы сервера РК, определяемого уровнем его иерархии, доступной аппаратурой и соединениями с другими серверами.

Блок оперативной работы предоставляет оператору доступ к выбранной измерительной аппаратуре, подключенной к данному серверу РК или другим серверам, обеспечивает выполнение измерений и визуализирует их результаты в реальном времени, сохраняет задания и результаты измерений в базе данных.

Блок типовых задач радиоконтроля обеспечивает формирование заданий на типовые задачи радиоконтроля и планирование их выполнения; отправку заданий на

подчиненные серверы РК и измерительную аппаратуру; контроль выполнения заданий; поддержку многозадачной работы по приоритетам, включая фоновый режим; отображение и редактирование результатов; обмен информацией с базой данных.

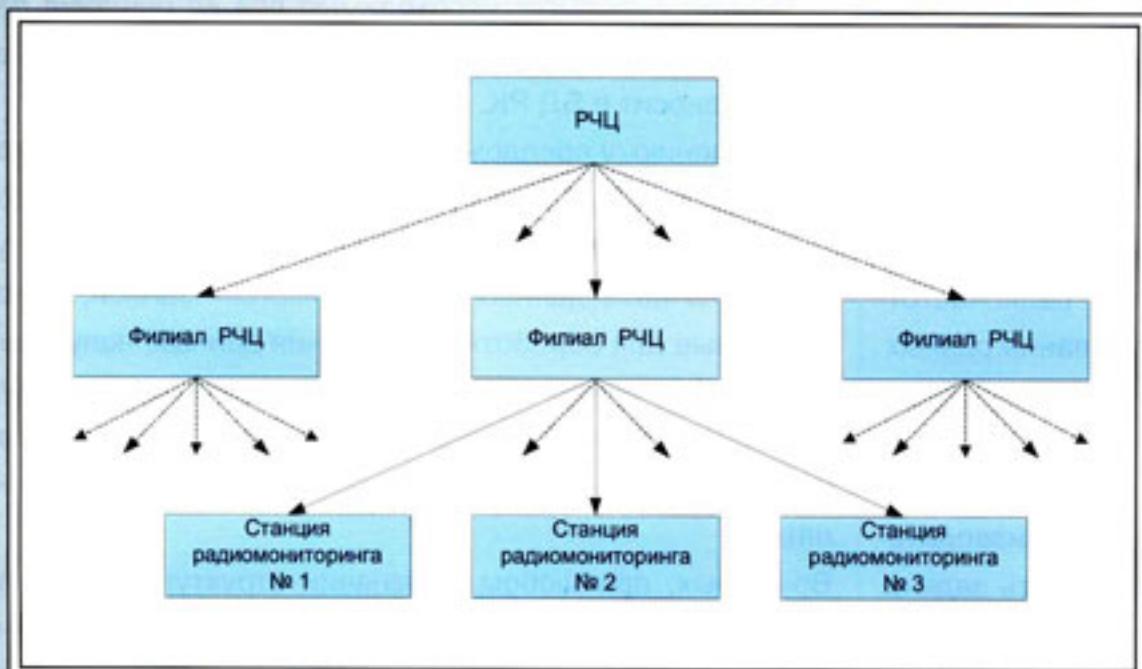


Рис. 2. Структурная схема организации РЧЦ федерального округа

ния, упростить развертывание, сопровождение и обслуживание автоматизированной системы, целесообразно применять на всех ее узлах однотипные унифицированные серверы РК. В состав каждого сервера РК должна входить типовая база данных радиоконтроля (БД РК),

Блок формирования отчетов предоставляет интерактивный интерфейс формирования отчетов и осуществляет формирование типовых отчетов по результатам выполнения задач в формате MS-Word, при этом имеется возможность настройки форм отчетов.

Блок картографии и навигации обеспечивает визуализацию на карте результатов решения типовых задач радиоконтроля: обнаруженных источников радиоизлучения, распределения напряженности поля и т.д., отображает местоположения станций радиомониторинга и источников радиоизлучения в реальном времени.

Блок сбора данных предназначен для контроля и анализа результатов выполнения задач радиомониторинга на серверах РК низших уровней для случаев, когда они инициировались непосредственно на этих уровнях.

Отметим, что количество блоков, входящих в состав сервера, может меняться, модульное построение программного обеспечения допускает добавление новых модулей с новыми функциональными свойствами.

Интеграция разнотипного измерительного оборудования

Проблемой, препятствующей созданию масштабной территориально-распределенной автоматизированной системы радиоконтроля, является использование радиочастотной службой радиоизмерительного оборудования разных производителей, которое не только различается по своим техническим и метрологическим характеристикам, но и имеет различные протоколы управления.

Программное обеспечение, поставляемое производителем аппаратуры, как правило, позволяет решать задачи радиоконтроля применительно только к «своему» виду оборудования. В то же время в радиочастотных службах на данный момент имеется парк вполне работоспособных приборов, приобретенных у различных производителей, и, следовательно, необходима интеграция разнотипных средств измерений в структуре автоматизированной системы. Кроме того, подобная интеграция дает возможность использования сильных сторон той или иной аппаратуры, снижает опасность монополизма конкретного производителя.

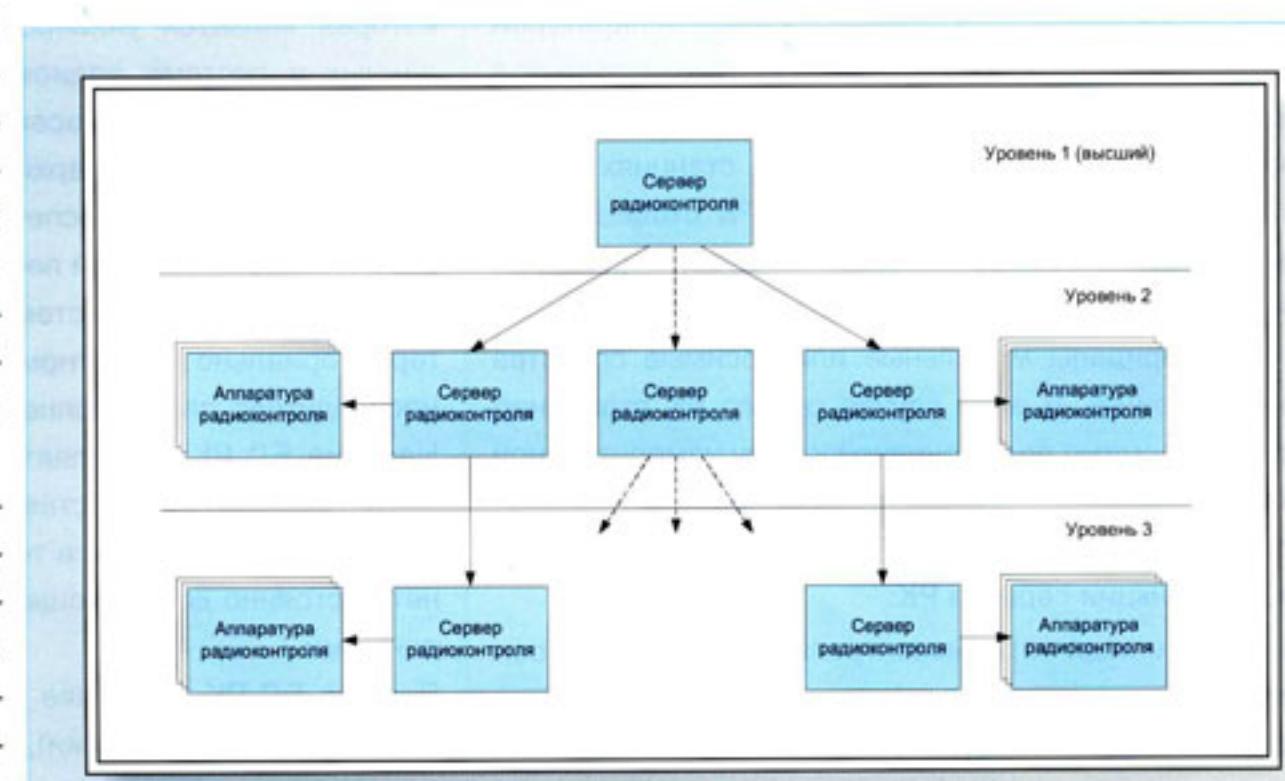


Рис. 3. Структурная схема автоматизированной системы радиомониторинга

Возможный вариант построения системы с разнотипным оборудованием основан на обмене данными между модулем программного обеспечения – драйвером аппаратуры и остальной системой через БД РК. Задачи на измерения поступают в БД РК, драйвер аппаратуры должен сканировать БД РК в ожидании поступления новых задач. Результаты выполнения поставленных задач также сохраняются в БД РК. Таким образом, модуль драйвера аппаратуры работает непосредственно с БД РК, при появлении новой задачи он выполняет необходимые для ее решения действия с аппаратурой, результаты своей работы драйвер также заносит в БД РК.

К сожалению, у предложенного варианта имеется несколько существенных недостатков. Во-первых, каждый производитель драйвера аппаратуры обязан знать структуру БД РК. В базе данных должны иметься записи, предназначенные для обработки и хранения данных, полученных от определенной аппаратуры. Использование аппаратуры новых производителей вызовет появление дополнительных промежуточных таблиц, структура БД будет усложняться.

Во-вторых, при любом изменении структуры БД, например при появлении новых типовых задач радиомониторинга, потребуется обращение к производителю драйвера аппаратуры для внесения изменений в код драйвера, что может быть не всегда возможным.

В-третьих, следует заметить, что предоставление информации о структуре БД сторонним организациям не всегда желательно.

В-четвертых, обмен данными с аппаратурой производится через БД, что неизбежно снижает производительность системы, и реализовать такие возможности, как наблю-

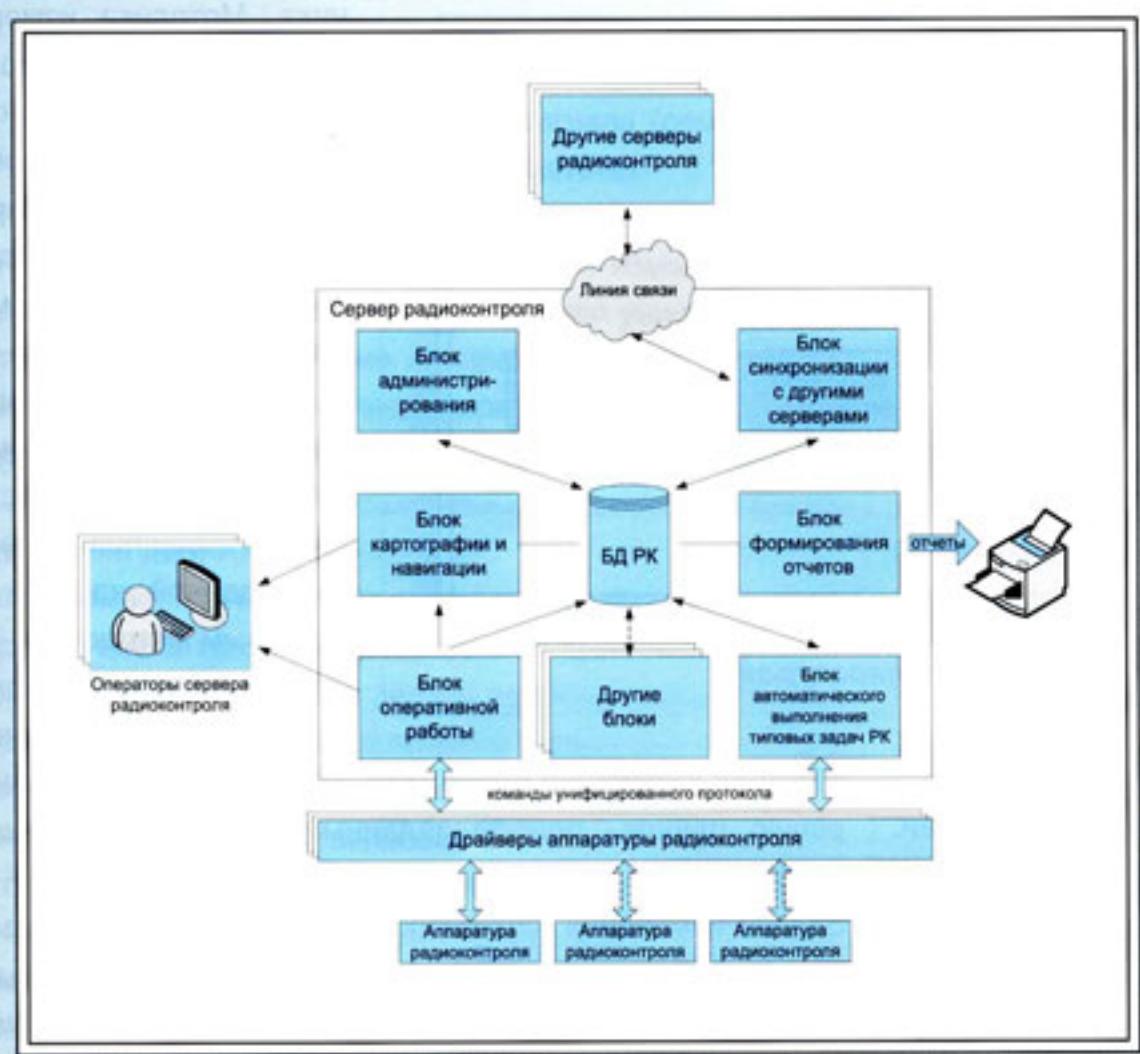


Рис. 4. Структурная схема сервера РК

дение спектра сигнала в реальном времени, становится все более проблематичным.

Более перспективный подход основан на разделении процессов работы с аппаратурой и с БД РК. Работой аппаратуры по-прежнему непосредственно управляет драйвер аппаратуры, но работу с БД осуществляет другое программное обеспечение – модуль транслятора задач. При этом, учитывая территориально распределенный характер системы, транслятор задач передает запросы в драйвер аппаратуры и получает результаты измерения по сетевому протоколу.

В этом случае производитель драйвера аппаратуры обязан обеспечить работу своего модуля по данному протоколу, который не привязан непосредственно к структуре БД, а зависит только от измерительных задач. По сути, драйвер аппаратуры в этом случае только лишь исполняет роль конвертора команд, переводящего запросы транслятора задач во внутренние команды обмена с аппаратурой по протоколу производителя.

Структура управления аппаратурой представлена на рис. 5.

При такой организации системы модуль транслятора задач может обращаться к разным модулям драйверов аппаратуры, используя один и тот же унифицированный

протокол. В этом случае при изменении структуры БД РК или при появлении новых типовых задач необходимо будет внести изменения только в модуль транслятора задач, изменить комбинацию запросов к модулю драйвера аппаратуры, необходимую для решения задачи. Изменения в сам драйвер аппаратуры при этом не вносятся, необходимости обращения к производителю драйвера аппаратуры не возникает.

Модуль транслятора задач осуществляет сканирование БД РК в ожидании появления новых задач. Транслятор задач РК осуществляет постоянный мониторинг БД РК. При появлении новой задачи радиоконтроля транслятор считывает ее параметры из БД РК и формирует последовательность команд унифицированного протокола, соответствующую поступившей задаче. При получении результатов измерений от драйвера аппаратуры транслятор задач записывает значения

измеренных параметров БД РК.

При необходимости работы с быстродействующей аппаратурой в реальном времени (например, при контроле особенностей спектра сигнала) модуль транслятора задач предоставляет возможность блоку оперативной работы отправлять запросы в драйвер аппаратуры и получать от него ответы. При этом БД РК не используется, а управление производится по унифицированному протоколу (рис. 5).

В задачи сервера РК входит предоставление оператору пользовательского интерфейса для постановки типовых задач радиоконтроля, запись этих задач в БД РК, обработка результатов проведенных измерений для их решения. На этом уровне производятся: расчет всех статистических величин, расчет загруженности радиочастот, идентификация ИРИ по параметрам излучаемых ими сигналов и т.п. Взаимодействие сервера РК с другими узлами сводится к синхронизации БД РК на данном пункте РК и на других узлах. Синхронизация производится с помощью программного обеспечения сервера РК. Кроме того, для непосредственного управления радиоизмерительной аппаратурой ПО сервера РК предоставляет другим узлам канал прямого управления радиоизмерительной аппаратурой по унифицированному протоколу через транслятор задач.

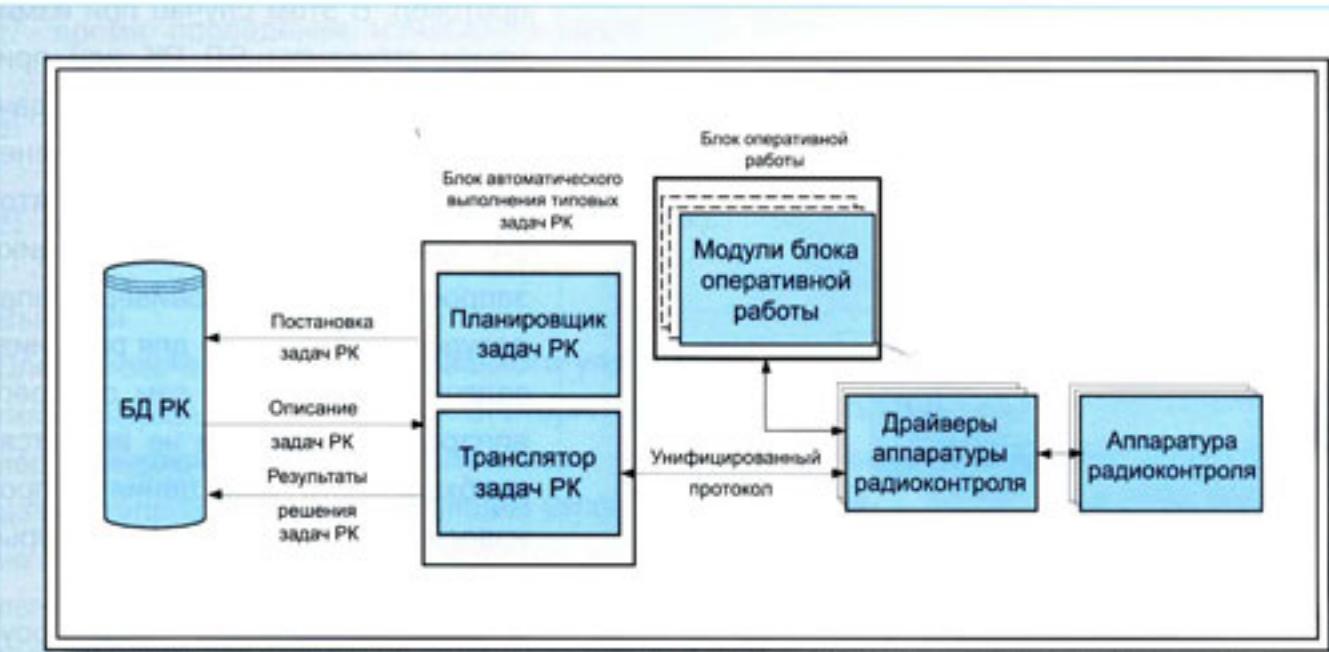


Рис. 5. Раздельная работа с БД и измерительной аппаратурой

Такой подход обеспечивает возможность однотипного управления аппаратурой различных производителей, упрощает построение и сопровождение автоматизированной системы.

Унифицированный протокол управления аппаратурой
Для того чтобы разработать унифицированный протокол управления радиоизмерительной аппаратурой, необходимо выделить типовые измерительные задачи, которые должна выполнять аппаратура. При этом следует стремиться, чтобы эти задачи были как можно более простыми, тогда задача разработчика программного обеспечения драйвера аппаратуры также упростится.

Как известно, основными задачами измерений на станциях радиомониторинга [1] являются следующие.

- ① Измерение напряженности поля или плотности потока мощности.
- ② Измерение частоты.
- ③ Измерение ширины полосы.
- ④ Определение вида и измерение параметров модуляции сигналов.
- ⑤ Измерение занятости спектра (оценка загруженности канала).
- ⑥ Радиопеленгация.

К результатам радиотехнических измерений, как правило, прилагаются дополнительные данные, например географические координаты места проведения измерений, время и дата проведения измерений, высота подвеса измерительной антенны, азимут главного лепестка диаграммы направленности в случае использования направленной антенны и т.д.

Измерение напряженности поля проводится с использованием измерительных калиброванных антенн, в случае отсутствия калиброванных антенн измеряется уровень

сигнала на входе приемника. Методика измерений напряженности поля сигнала и его гармоник одинакова. Поэтому операции измерения параметров поля на частоте несущей или на гармониках можно свести к одной типовой измерительной задаче – измерению напряженности поля в заданной полосе на заданной частоте и заданным методом.

Измерение ширины полосы данного излучения

сводится к опять же одной измерительной задаче – измерению ширины полосы заданным методом, например методом ХдБ.

Задачи измерения параметров модуляции сигнала: измерение глубины модуляции, девиации фазы и частоты – сводятся к более общей задаче определения вида модуляции и измерения ее параметров.

Для решения задачи занятости спектра необходимо получение спектрограмм сигналов в заданном диапазоне или измерение уровней сигналов на заданных частотах и в заданной полосе. При этом спектрограммы сигнала могут соответствовать полосе обработки сигнала при данной частоте настройки радиоприемной аппаратуры или «сшиваться» из кусков при последовательной перестройке приемника.

Задача радиопеленгования может выполняться как для одного выбранного сигнала, так и для сигналов в заданной полосе частот. При этом вместе с пеленгами возможно определение других необходимых параметров сигналов, например частоты, вида модуляции и т.д.

К тому же к основным задачам измерений следует добавить измерение поляризации сигналов, поскольку поляризация относится к параметрам, которые регламентируются в территориально частотном плане.

Таким образом, на основе основных задач измерений можно сформировать список первичных измерительных задач.

- ① Измерение напряженности поля сигнала (напряженности поля гармоник и субгармоник).
- ② Измерение уровня сигнала (уровней гармоник и субгармоник).
- ③ Измерение частоты излучения.
- ④ Определение вида и параметров модуляции сигнала.
- ⑤ Измерение пеленга.

- ⑥ Измерение ширины полосы излучения.
- ⑦ Получение спектrogramмы сигнала.
- ⑧ Получение временной выборки сигнала (демодулированного или на промежуточной частоте).
- ⑨ Измерение поляризации сигнала.

Таким образом, имеем список из девяти измерительных задач. Примем этот список за основу для унифицированного протокола управления аппаратурой. При необходимости сформированный список первичных измерительных задач может быть дополнен. Поскольку унифицированный протокол должен быть расширяемым, подобное добавление вполне допустимо.

Как указывалось выше, главной задачей протокола является передача команд управления от транслятора, который преобразует типовые задачи радиоконтроля в более простые первичные измерительные задачи для драйвера аппаратуры. Управление драйвером аппаратуры осуществляется путем типовых запросов (команд), которые являются формализацией типовых измерительных задач. Протокол также должен обеспечивать передачу результатов измерений и служебной информации.

При выполнении последнего требования, к сожалению, не все оборудование будет работать с максимально возможным быстродействием. Поэтому протокол должен быть расширяемым, то есть в нем должна иметься возможность добавления дополнительных команд, без изменения уже имеющихся операций и обрабатывающих их программных модулей. То есть если имеется настоятельная необходимость использования каких-либо полезных свойств быстродействующей аппаратуры, то в протокол могут быть добавлены дополнительные команды. При этом оптимизация работы конкретного оборудования должна производиться драйвером аппаратуры.

Для организации сетевого взаимодействия компонентов распределенной системы радиоконтроля требуется определение способа обмена данными между модулями распределенной системы. В настоящее время наиболее удобным является сетевой протокол передачи данных TCP/IP, поскольку он наиболее распространен и позволяет обмениваться данными в территориально распределенных системах. Протокол TCP/IP является стандартным протоколом в операционных системах Windows, Unix, Linux и т.п.

Поскольку протокол предназначен для управления как стационарными, так и мобильными средствами радиоконтроля, то пропускная способность каналов связи может сильно различаться. Поэтому для увеличения эффективности обмена данными протокол должен иметь по возможности минимальную длину команд.

Следующее важное требование – протокол должен обес-

печивать работу аппаратуры в реальном времени, иметь механизмы контроля процессов выполнения задач драйвером аппаратуры.

Информационная безопасность обмена данными может обеспечиваться средствами защиты сетевого соединения, например протокола SSL, построением частной виртуальной сети или другими подобными способами.

С учетом отмеченного в протоколе целесообразно использовать формат записей, который позволяет варьировать длину команды в зависимости от ее содержимого, при этом любая запись должна содержать однозначные сведения о ее длине. Указание о длине в зависимости от объема передаваемых в команде данных само может занимать разное количество разрядов.

В зависимости от кода команды байты данных могут содержать как непосредственно данные (к примеру, уровень сигнала), так и вложенные (подчиненные) записи.

Таким образом, заголовок команды должен однозначно определять длину команды, соответственно последовательность команд может быть просмотрена любой версией драйвера аппаратуры с игнорированием неизвестных записей. Это позволяет не модифицировать драйвера аппаратуры при внесении в протокол дополнительных команд.

Подытоживая сказанное, перечислим основные свойства команд унифицированного протокола.

- ① Все команды протокола имеют одинаковый вид в форме записей.
- ② В качестве записей могут выступать как физические величины, например частота настройки, ширина полосы, так и действия, например «измерить частоту», «измерить напряженность поля».
- ③ Каждая запись состоит из заголовка и тела. В заголовке указывается код записи и код длины ее тела.
- ④ Записи могут вкладываться друг в друга. То есть каждая запись может содержать другие записи.
- ⑤ Если в данной записи нет записи с необходимым значением, то это значение берется из ближайшей записи верхнего уровня, где оно найдено.

Такие правила для построения записей обеспечивают расширяемость протокола, то есть в протокол можно добавлять новые записи. Если драйвер аппаратуры встречает команду с неизвестной ему записью, то поскольку длина записи указана в заголовке, эта запись игнорируется, происходит переход к следующей записи.

Результаты каждого цикла измерений сохраняются в БД РК (при достаточном быстродействии). Помимо специфических для конкретной задачи результатов измерения параметров радиосигналов для каждого цикла сохраняются условия проведения измерений, например:

- географические координаты точки проведения измерений (долгота, широта – градусы, минуты, секунды);

- время проведения измерений (дата, час, минута, секунда, доля секунды);
- азимут угла направленности приемной антенны (градусы);
- высота подвеса приемной антенны (метры).

Выводы

Для обеспечения централизованного управления автоматизированная система радиомониторинга должна иметь иерархические уровни, каждый нижний уровень системы должен управляться вышестоящим узлом. Система должна быть масштабируемой, способной работать при появлении новых узлов или уровней. Сервер РК, расположенный на более высоком уровне, должен иметь возможность получения информации, хранящейся на подконтрольных серверах РК, а также оперативный прямой доступ к подконтрольной ему аппаратуре. Система должна разрешать выполнение задач радиоконтроля, инициированных на нижних уровнях иерархии, с возможностью контроля результатов их выполнения на верхнем уровне.

В целях обеспечения унификации, упрощения развертывания и сопровождения системы во всех ее узлах следует применять однотипные унифицированные программные пакеты – серверы РК. Серверы РК обеспечивают управление аппаратурой радиоконтроля, подчиненными узлами, получают команды от вышестоящих уровней и отправляют им результаты работы. В состав сервера РК должны входить подсистемы администрирования, оперативной работы, выполнения типовых задач радиоконтроля, формирования отчетов, картографии и навигации, управления измерительной аппаратурой.

Унификация процессов управления разнотипным радиоизмерительным оборудованием в автоматизированной системе достигается с помощью использования унифицированного протокола управления. При этом аппаратурой непосредственно управляет программный драйвер аппаратуры, работу с базой данных осуществляет транслятор задач, который из типовых задач радиоконтроля формирует последовательность типовых измерительных

задач и передает запросы аппаратуре по унифицированному протоколу. При такой организации системы модуль транслятора задач может обращаться к модулям драйверов оборудования различных производителей, используя один и тот же протокол. К достоинству предложенного способа построения системы относится то, что при изменении структуры базы данных РК или появлении новых типовых задач радиоконтроля не возникает необходимости в модификации драйвера аппаратуры. Кроме того, соблюдается требование информационной безопасности, поскольку в этом случае не требуется открытой структуры базы данных.

Правила формирования команд унифицированного протокола основываются на бинарной форме команд, которая обеспечивает возможность формирования команд в краткой форме без дублирования повторяющихся записей. Бинарная форма освобождает разработчика драйвера аппаратуры от использования сложных и дорогостоящих средств разработки программного обеспечения, а минимальная длина команд обеспечивает минимальную загрузку каналов передачи данных, что делает возможным использование как широкополосных, например оптоволоконных линий, так и узкополосных каналов, например GSM-радиомодемов. Имеется возможность расширения системы команд, которая не приводит к изменениям уже имеющегося программного кода. Унифицированный протокол имеет команды установки приоритетов, контроля свойств и состояния аппаратуры. Для обеспечения максимального быстродействия протокол дает возможность непосредственного управления аппаратурой без обращения к БД РК.

Рассмотренная автоматизированная система радиомониторинга позволяет повысить эффективность решения задач радиомониторинга и может использоваться не только для гражданской радиочастотной службы, но и в силовых структурах, стоящих на страже правопорядка и безопасности. 

Литература

1. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. МСЭ, 2005, Женева, 2005, с. 329.
2. Справочник по компьютерным технологиям управления использованием радиочастотного спектра. МСЭ, 2005, с. 160.
3. Справочник по радиоконтролю. МСЭ, 2002, Женева, 2004, с. 584.
4. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. Радиомониторинг: задачи, методы, средства / Под редакцией А.М. Рембовского. М.: Горячая линия-Телеком, 2006, с. 492.
5. Рекомендация МСЭ-R SM.1537
6. Концепция развития системы радиоконтроля за излучениями радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств гражданского назначения в ЦФО. ФГУП «Радиочастотный центр Центрального федерального округа», 2007, с. 45.