

# УНИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ РАДИОСИГНАЛОВ В СЛОЖНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

**С. В. Кизима,**  
эксперт МСЭ, д. т. н.

**С. Г. Митченков,**  
заместитель генерального директора НПФ «Радиян-М»; mitchenkov@mail.ru



**Ключевые слова:** радиомониторинг, унификация, вторичная обработка данных радиотехнических измерений, управление распределенными средствами радиотехнических измерений.

**Введение.** Развитие беспроводных телекоммуникаций, рост числа эксплуатируемых радиосредств и загруженности радиочастот делают необходимым производство большого числа радиотехнических измерений (РТИ) в интересах обеспечения частотно-территориального планирования использования и сопровождения эксплуатации радиосредств (РЭС), а также по-

иска источников помех приему радиосигналов.

Применяемые для этих целей средства РТИ и радиомониторинга (РМ) изначально представляли собой самостоятельные автономные образцы аппаратуры, обеспечивающие выполнение заданных измерений параметров радиосигналов. Данные средства функционировали в «ручном» режиме управления и получения результатов и использовались для измерений отдельных параметров или «работы» по отдельным заданным радиосредствам.

Постоянное развитие парка средств РТИ и РМ направлено на расширение частотных и динамических диапазонов, увеличение перечней решаемых измерительных задач и улучшение метрологических характеристик оборудования. С расширением частотных и динамических диапазонов вводились в действие задачи панорамного анализа с возможностями исследования групповых спектров сигналов множества доступных для наблюдения РЭС.

В связи с необходимостью выполнения большого количества измерительных задач в районах действия значительного количества радиосредств, производители измерительного оборудования обеспечили интеграцию средств РТИ и РМ собственного монопольного производства в единые системы с возможностью удаленного сетевого управления из единых интерфейсов специализированных автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов.

**Проблема унификации процессов вторичной обработки данных результатов РТИ.** На практике при решении задач РТИ параметров радиосигналов используется разнотипное оборудование различных производителей. Это обусловлено развитием технологий и средств радиосвязи и передачи данных, развитием и обновлением парка оборудования, сло-

жившейся конкуренцией разработчиков и поставщиков средств РТИ и РМ, стремлением производителей к улучшению уровня качества оборудования, ценовой политикой, изменениями в перечне производителей оборудования средств РТИ и РМ.

Применяемые средства РТИ и РМ включают следующие основные функциональные компоненты: цифровое радиоприемное устройство, обеспечивающее измерение первичных параметров (уровни напряженности поля на заданных частотах, спектры радиосигналов и др.), и подсистему вторичной обработки данных первичных РТИ, позволяющую получать необходимые конечные результаты измерений и оценок параметров радиосигналов, загруженности радиочастот, параметров радиоэлектронной, электромагнитной и помеховой обстановки.

Вторичная обработка данных первичных РТИ реализуется производителями с помощью собственных уникальных математических методов и алгоритмов. Описание используемого при этом математического аппарата не предоставляется в документации на оборудование и относится к ноу-хау разработчиков.

При определении метрологических характеристик средств РТИ и РМ, специальное математическое и программное обеспечение (СМПО), реализующее де-факто методики косвенных измерений, исследуется комплектно совместно с комплексом технических средств. В ходе комплектной метрологической аттестации аппаратных и программных средств, проведения их испытаний для целей утверждения типа средств измерений, а также в ходе их поверки и калибровки, специальные исследования точностных характеристик и моделей погрешностей СМПО обработки данных первичных измерений не производятся. Во время комплектных исследований точностных характеристик средств РТИ

и РМ «вклад» СМПО в уровень характеризующих их погрешностей не определяется. Вместе с тем, СМПО может существенно как усиливать негативное влияние погрешностей первичных измерений, так и снижать его, т.е. способно оказывать значительное влияние на уровень метрологических характеристик средств РТИ в целом.

В этой связи следует выделить проблему обеспечения единых подходов к технологическим процедурам и процессам вторичной обработки результатов РТИ в сложных распределенных измерительных системах.

**Технологические основы унификации управления разнотипным распределенным оборудованием и процессами обработки данных РТИ.** При использовании разнотипного оборудования различных производителей пользователи дополнительно сталкиваются с разными интерфейсными решениями управления техническими средствами РТИ и РМ, что затрудняет применение приборного парка.

В интересах дальнейшего развития технологий интеграции распределенных разнотипных средств и комплексов РТИ и РМ в сложные территориально-распределенные измерительные системы необходимо разработать:

- технологические стандарты электронного хранения и передачи данных результатов РТИ;
- технологические стандарты сетевых протоколов удаленного управления радиоизмерительным оборудованием;
- «открытый» математический аппарат и основанные на нем методики вторичной обработки данных результатов первичных измерений для их метрологической аттестации и последующей реализации в виде стандартного сертифицируемого СМПО измерительных систем;
- унифицированный интерфейс пользователей, обеспечивающий по-

становку и решение требуемого набора измерительных задач с помощью разнотипного оборудования различных производителей.

Примером интеграции распределенных разнотипных средств и комплексов РТИ и РМ в сложную территориально-распределенную измерительную систему служит действующая в масштабе Российской Федерации «Автоматизированная система радиоконтроля за излучениями радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств гражданского назначения» (АСРК-РФ). Система введена в действие радиочастотными центрами федеральных округов согласно решениям руководства Роскомнадзора.

Технические средства РТИ и РМ развернуты и действуют во всех регионах страны. Для решения задач мониторинга радиочастотного спектра (РЧС) используется оборудование более чем 20 отечественных и зарубежных фирм производителей технических средств и комплексов РТИ и РМ. Наибольший процент оборудования представлен техническими средствами РТИ и РМ производства компаний «Rohde&Schwarz», «ИРКОС», КБ «Навигатор», «СТЦ», «Ирга», НПФ «ЯР», НПФ «Радиян-М» и др. При этом каждым производителем создан уникальный протокол управления оборудованием собственного производства. Различные версии оборудования одного и того же производителя зачастую имеют свои существенные особенности.

Различия электронных форматов сбора, обработки и хранения данных результатов РТИ эксплуатируемых средств РТИ и РМ представляют собой серьезную проблему при создании единого информационного пространства территориально распределенной измерительной системы. В интересах повышения эффективности использования оборудования и технологических процессов мониторинга РЧС в составе АСРК-РФ разрабо-

таны и введены в действие следующие основные компоненты:

- типовая унифицированная база данных, содержащая информацию о действующих РЭС, используемых средствах РТИ и РМ, планах РМ и результатах РТИ и РМ;
- единый интерфейс управления парком распределенных разнотипных средств РТИ и РМ;
- библиотека специальных драйверов сопряжения, обеспечивающая согласование внутрисетевых протоколов и интерфейсов АСРК-РФ и разнотипных средств РТИ и РМ;
- диспетчер управления измерительным оборудованием, обеспечивающий управление распределенными средствами измерений и решение типовых задач в псевдоодновременном (многопользовательском) режиме;
- подсистема вторичной обработки данных первичных РТИ, обеспечивающая единые подходы к оценке параметров излучений РЭС, параметров загрузки РЧС, параметров радиоэлектронной, электромагнитной и помеховой обстановки.

Структурная схема АСРК-РФ в части технологий управления разнотипным измерительным оборудованием и обработки данных первичных РТИ приведена на рис. 1.

При разработке системных стандартов решения задач и хранения результатов РТИ измерительные задачи представлены в виде набора типовых задач мониторинга РЧС [1, 2], в который включены:

- первичная измерительная задача;
- измерение параметров излучений РЭС;
- оценка загрузки радиочастот;
- идентификация источников радиоизлучений (ИРИ);
- пеленгование ИРИ;
- контроль частотно-территориального плана РЭС цифровых технологий;

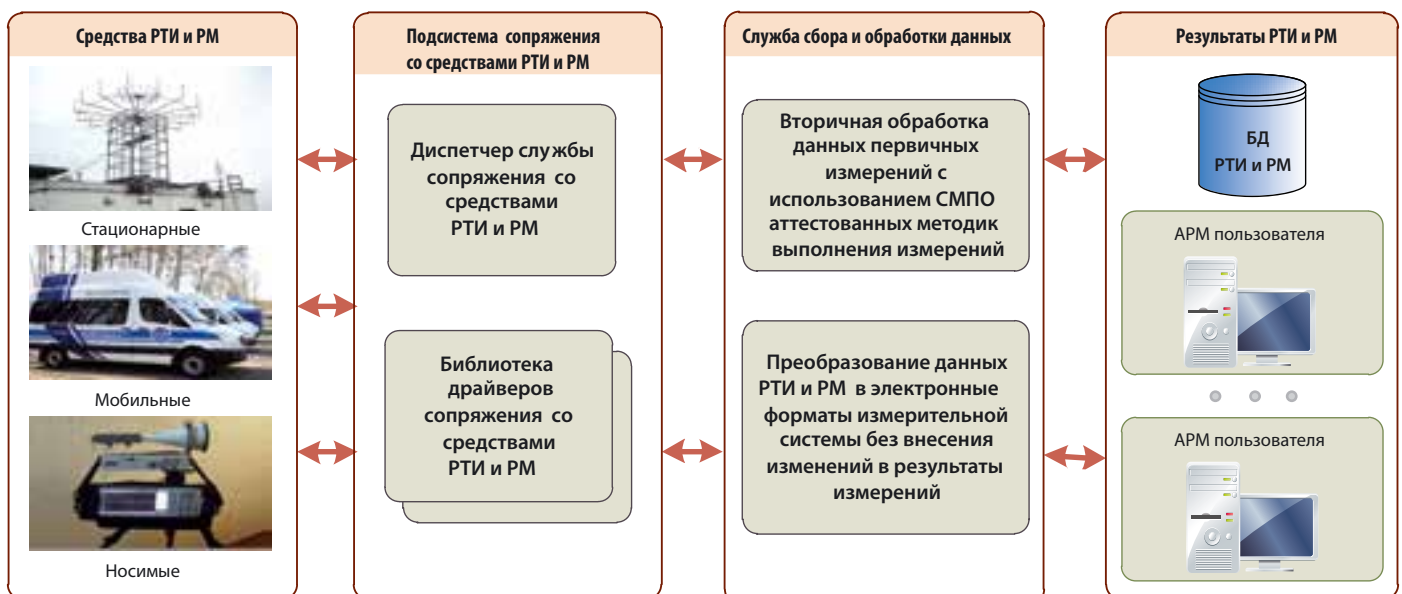


Рис. 1. Структурная схема АСРК в части управления измерительным оборудованием

• автоматический мониторинг полос радиочастот с автоматическим контролем соблюдения норм параметров излучений РЭС и ведением журнала событий мониторинга.

Перечень измеряемых параметров для задач мониторинга РЧС приведен в таблице [1, 2].

На рис. 2, а представлен результат решения задачи автоматического мониторинга РЧС с идентификацией выявленных ИРИ по базе данных действующих зарегистрированных РЭС. Представлена информация об обнаруженных частотах излучений, расчетный уровень и ширина полосы излучений сигнала от РЭС по данным разрешительных документов и список идентифицированных излучений РЭС.

На рис. 2, б представлены результаты оценки загрузки радиочастот, включающие информацию о загрузке номиналов радиочастот, список пользователей радиочастот, данные загрузки спектра во времени. На рис. 2, в и г приведены данные результатов измерений технических параметров и оценки местоположения заданного радиосредства. Рис. 2, д предоставляет результат мониторинга параметров и частотного плана радиосредств цифровых

технологий заданной стандарта. Данные оценки радиоэлектронной, электромагнитной и помеховой обстановки иллюстрируют рис. 2, е, ж, з.

Для обеспечения единых подходов к расчету параметров излучений РЭС на основе первичных измерений параметров, получаемых со средств РТИ, разработаны и метрологически аттестованы следующие методики выполнения измерений:

- занятости радиочастотного канала;
- характеристик побочных излучений объектов радиоконтроля;
- средней частоты радиоизлучений не модулируемых и модулируемых колебаний;
- занимаемой и контрольной ширины полосы частот радиоизлучений;
- напряженности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля;
- девиации частоты радиоизлучений частотно-модулированных колебаний;
- координат местоположения ИРИ по результатам многопозиционных измерений пеленгов;
- координат местоположения ИРИ по напряженности электрического поля.

Указанные методики программно реализованы в библиотеке СМПО вто-

ричной обработки данных результатов РТИ и используются в АСРК-РФ в измерительных системах «Анализатор спектра АСРК» и «Местоопределение ИРИ».

**Заключение.** Разработанные технологические решения и стандарты, обеспечивающие унификацию технологических процессов управления РТИ при их реализации в сложной территориально распределенной измерительной системе АСРК-РФ позволили обеспечить:

- единые унифицированные подходы, электронные форматы и протоколы сбора, передачи и хранения данных результатов РТИ и РМ;
- единые унифицированные интерфейсы управления процессами измерений и управления оборудованием различных типов и производителей;
- единые подходы к вторичной обработке данных результатов РТИ на основе метрологически аттестованных методик выполнения измерений;
- расширение функциональных возможностей парка используемых средств РТИ и РМ в части обеспечения всего перечня решаемых задач измерений и мониторинга РЧС, в том числе с применением приборов с ограниченными функциональными возможностями.

#### Типовые задачи мониторинга РЧС и требования к составу измеряемых параметров при проведении РТИ и РМ

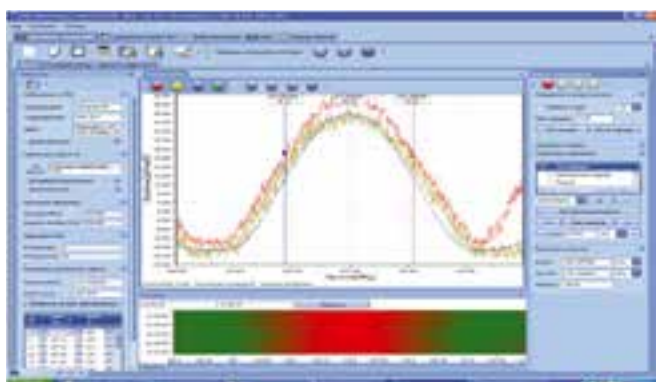
Результаты измерений (оценок)	Первичная измерительная задача	Оценка загрузки радиочастот	Измерение параметров РЭС	Пеленгование ИРИ	Идентификация источников радиоизлучений	Мониторинг ЧТП РЭС цифровых технологий
Напряженность электромагнитного поля мгновенная (дБ (мкВ/м))	+	+	+	-	-	-
Частота излучения сигнала (Гц)	+	+	+	+	+	-
Географические координаты точки проведения измерений (долгота, широта-град, мин, сек)	+	+	+	+	+	+
Время (дата, час, мин, сек, доли сек)	+	+	+	+	+	+
Азимут угла направленности приемной антенны (град)	+	+	+	+	+	+
Высота подвеса приемной антенны (м)	+	+	+	+	+	+
Вид модуляции сигнала	-	-	+	-	+	-
Демодулированный сигнал, звук	-	-	+	-	+	-
Глубина (индекс) модуляции	-	-	+	-	+	-
Девиация частоты (кГц)	-	-	+	-	+	-
Пеленг (град)	-	-	-	+	+	-
Угол места на ИРИ (только для КВ-диапазона)	-	-	-	+	+	-
Качество пеленга	-	-	-	+	+	-
Уровень сигнала (дБ (мкВ))	+	+	+	+	+	-
Соотношение «сигнал-шум» (дБ)	-	-	+	-	+	-
Отклонение частоты (Гц)	-	-	+	-	+	-
Разнос частот (Гц)	-	-	+	-	+	-
Ширина полосы излучения сигнала на уровне X дБ (кГц)	-	-	+	-	+	-
Спектр сигнала (отсчёты)	-	-	+	-	+	-
Параметры РЭС цифровых технологий	-	-	-	-	+	+



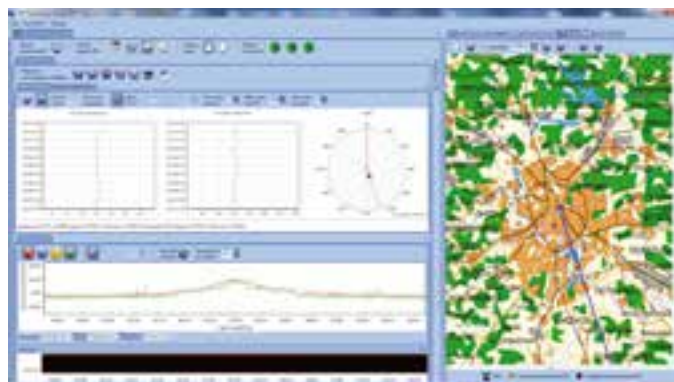
а) Автоматический мониторинг РЧС. Идентификация ИРИ по БД АСРК



б) Оценка загрузки радиочастотного спектра



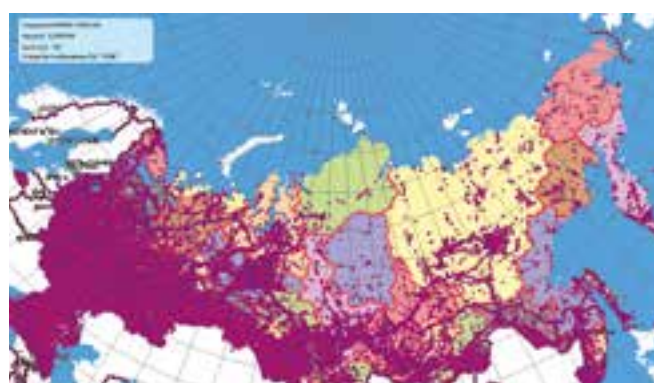
в) Измерение технических параметров излучений РЭС



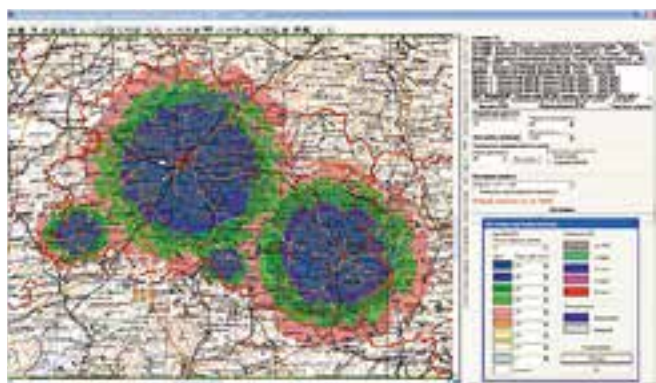
г) Определение местоположения источника радиоизлучений



д) Мониторинг ЧТП РЭС цифровых технологий



е) Номинальная радиоэлектронная обстановка



ж) Анализ электромагнитной обстановки. Расчет зон действия группировки РЭС



з) Анализ помеховой обстановки. Результаты поиска потенциальных источников помех по БД

Рис. 2. Результаты решения задач мониторинга РЧС в СМПО АСРК

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция создания Автоматизированной системы радиоконтроля за излучениями радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств

гражданского назначения в Российской Федерации. Роскомнадзор. Москва, 2013, 87 с.  
2. Общие технические требования к программным и аппаратным средствам радиотехнических измерений

и радиоконтроля в части обеспечения их сопряжения и функционирования в составе Автоматизированной системы радиоконтроля. ФГУП «РЧЦ ЦФО», Москва, 2013, 12 с.

Получено 07.11.13