

ПРОЕКТ ПЕРЕСМОТРА ОТЧЕТА МСЭ-R SM.2251-1

Управление и контроль за использованием спектра во время проведения крупных мероприятий

Вводные замечания

В Приложениях к Отчету МСЭ-R SM.2251-1 представлен опыт ряда стран по организации и реализации мероприятий, касающихся управления использованием спектра и радиоконтроля во время проведения больших международных мероприятий, таких как спортивные соревнования и важные политические встречи. Данным вкладом, Администрация связи Российской Федерации предлагает пополнить Отчет МСЭ-R SM.2251-1 новым Приложением, посвященным описанию опыта, полученного Администрацией во время организации и реализации мер по управлению использованием спектра и радиоконтролю во время проведения XXVII Всемирной летней Универсиады в г. Казани, Российская Федерация, с 6 по 17 июля 2013 г. Поскольку организационные вопросы проведения таких мероприятий подробно описаны в основной части Отчета и других его Приложениях, основное внимание в предлагаемом новом Приложении уделено техническим вопросам, в частности – построению и особенностям использования специализированной автоматизированной системы управления.

Предлагаемый проект нового Приложения 7 к Отчету МСЭ-R SM.2251-1 приведен в Добавлении 1.

ДОБАВЛЕНИЕ 1

Приложение 7

Автоматизация управления использованием спектра на XXVII Всемирной летней Универсиаде в Казани, Российская Федерация, июль 2013

1 Введение

С 6 по 17 июля 2013 года в городе Казани, Российская Федерация, прошла XXVII Всемирная летняя Универсиада, на которой был разыгран 351 комплект медалей по 27 видам спорта среди более чем двенадцати тысяч представителей из 160 стран, что явилось рекордом всех студенческих игр. Для проведения Универсиады было задействовано 64 спортивных объекта, из которых 33 использовались непосредственно для проведения соревнований. Для обеспечения правопорядка было привлечено более двадцати тысяч сотрудников силовых ведомств. На Универсиаду приехало более 120 тысяч гостей, прямой эфир обеспечивали три российских и тринадцать международных телекомпаний. Ежедневно работало более тридцати телекомментаторов, двухсот телекамер, пятнадцать передвижных телевизионных станций.

Успешное проведение подобного мероприятия невозможно без эффективного планирования и выделения радиочастот, проверки и лицензирования радиоэлектронных средств (РЭС), надежного контроля их использования в реальном времени. Для повышения производительности труда и качества работ целесообразно использовать автоматизированную систему управления радиочастотным спектром (АСУ РЧС), которая автоматизирует процессы регистрации и лицензирования РЭС, проверку их электромагнитной совместимости, обнаружение и локализацию РЭС и источников радиопомех, управляет работой персонала.

Цель настоящего Приложения – показать основные технические аспекты применения специализированной автоматизированной системы АСУ РЧС «Универсиада 2013» (далее АСУ РЧС) в ходе подготовки и проведения XXVII Всемирной летней Универсиады в Казани. Детальное описание системы дано в [1, 2].

2 Основные составные части АСУ РЧС «Универсиада 2013»

АСУ РЧС является модификацией автоматизированной системы радиоконтроля (РК) АРМАДА [3], разработки и производства российской компании ИРКОС [4], которая была дополнена необходимыми функциональными возможностями с целью управления использованием спектра на крупных массовых мероприятиях. Система разработана на основе рекомендаций МСЭ-R и научно-технических решений, изложенных в [5]. К основным составным частям системы относится оборудование РК, клиент-серверное программное обеспечение, а также инженерно-техническая инфраструктура.

В состав оборудования РК входили средства, показанные на Рис. 7.1:

- необслуживаемые стационарные пункты РК (РКП-Н);
- необслуживаемые объектовые пункты РК (ОРКП);

- мобильные станции (комплексы) РК (МКРК);
- портативное оборудование РК, которым были оснащены группы радиоконтроля и поиска помех (ГРК);
- маркировочные измерительные лаборатории (МИЛ).

В АСУ РЧС реализованы гибкие варианты управления оборудованием. Постановка задач могла производиться из Центра управления системой (ЦУ), с автоматизированного рабочего места (АРМ) станций РК, с удаленного АРМ, находящегося в другом ведомстве, например в Дирекции Универсиады. Для обеспечения безопасности данных, циркулирующих в системе, в том числе внутри локальных сетей, использовалось шифрование.

Инженерно-техническая инфраструктура включала инженерные сооружения, оборудованное помещение ЦУ, линии и узлы передачи данных, систему служебной радиосвязи, оборудование передачи данных, серверное оборудование и т.п.

РИСУНОК 7.1
Состав средств АСУ РЧС «Универсиада 2013»



В состав ЦУ входил комплект серверного оборудования с центральной базой данных (БД), АРМ-ы персонала, видео-стена, оборудование для видеоконференций, подсистема связи и передачи данных.

Подсистема связи и передачи данных обеспечивала обмен данными внутри ЦУ и с внешними узлами – объектами управления системы. Также в ЦУ находился сервер, управляющий работой сети служебной радиосвязи, развернутой на базе цифровой коммуникационной платформы MOTOTRBO. Сеть служебной радиосвязи имела в своём составе три ретранслятора, обеспечивающие радиосвязь во всех районах города, и сорок восемь абонентских станций.

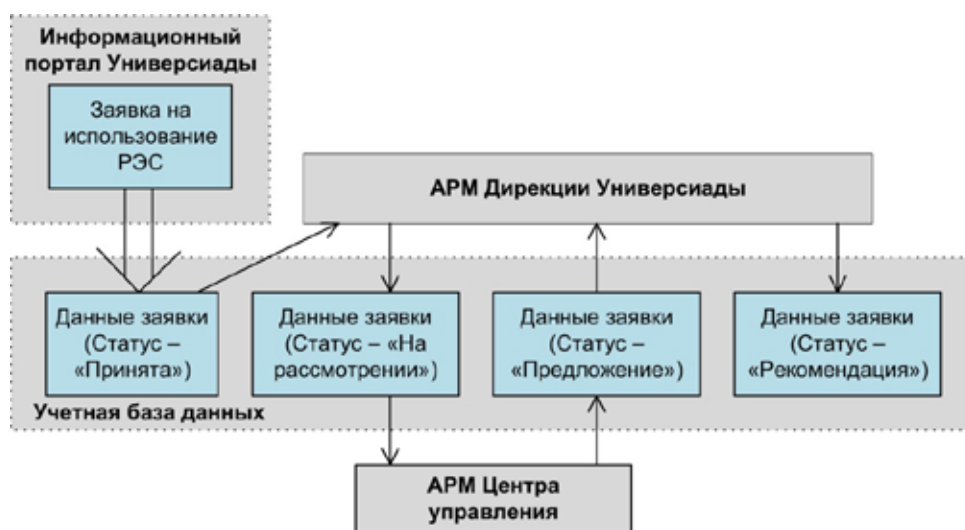
3 Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) АСУ РЧС «АРМАДА» [3] имеет клиент-серверную архитектуру, является масштабируемой и кроссплатформенной, обеспечивает сопряжение с другими информационными системами. К особенностям ПО относится использование Web-технологий и открытый унифицированный протокол управления аппаратурой РК, последнее делает возможным использование оборудования от разных производителей. В ПО реализованы следующие функциональные подсистемы:

- прохождения заявок на использование РЭС;
- тестирования и маркировки РЭС;
- планового режима;
- оперативного режима;
- постановки задач внешнему персоналу;
- учётных данных и справочных данных;
- мониторинга состояния;
- картографии;
- формирования отчётов;
- администрирования.

Заявочный сервис предназначался для автоматизированного рассмотрения заявок на использование РЭС. На официальном портале Универсиады авторизованные пользователи помещали заявки на использование РЭС. Заявки автоматически попадали в учётную БД АСУ РЧС. Последовательность прохождения заявки показана на Рис. 7.2. В случае положительного решения формировалась «Рекомендация об условиях использования РЭС», в которой указывались частотные присвоения и другие условия использования.

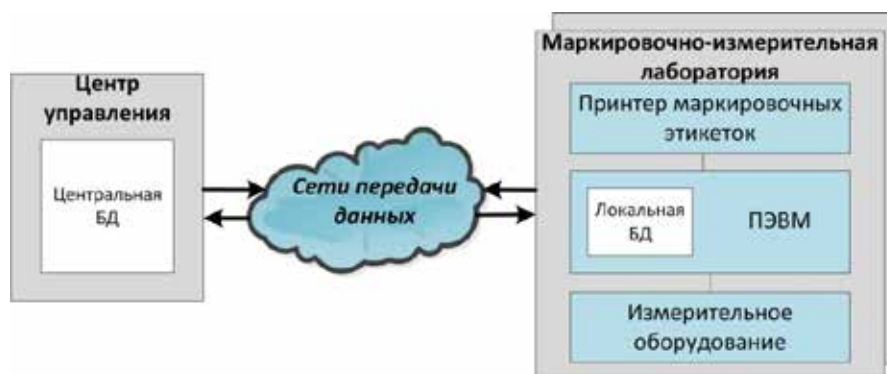
РИСУНОК 7.2.
Прохождение заявки на использование РЭС



Подсистема тестирования и маркировки РЭС использовалась для технической проверки соответствия параметров РЭС положениям «Рекомендации об условиях использования РЭС», а также для маркировки РЭС цветной наклейкой. Тестирование, предполагало проверку

соответствия реальных технических характеристик излучений РЭС (частоты, полосы и уровня), выданным рекомендациям. По результатам измерений автоматически принималось решение о возможности маркировки РЭС. Тестирование и маркировка проводились в МИЛ, которые были развернуты стационарно и на базе мобильных станций. Локальная БД МИЛ автоматически синхронизировалась с центральной БД АСУ РЧС по сетям передачи данных, как показано на Рис. 7.3, при этом работа МИЛ обеспечивалась как при наличии, так и при пропадании каналов связи.

РИСУНОК 7.3.
Взаимодействие МИЛ и БД ЦУ



Алгоритм тестирования и маркировки РЭС представлен на Рис. 7.4, а на Рис. 7.5 - проверка сотрудниками МИЛ параметров передвижной телевизионной станции.

При положительном решении по результатам тестирования печаталась маркировочная этикетка, а в БД статус частотных присвоений переводился в «Действующий». Этикетка содержала номер объекта или группы объектов Универсиады, на которых разрешено использовать РЭС, период использования РЭС, идентификатор РЭС в БД. Пример этикетки приведен на Рис. 7.6. Маркировочные этикетки наклеивались на РЭС и позволяли однозначно идентифицировать его. Этикетки имели свойство «пломбирования», то есть попытка снять или отклеить этикетку приводила к ее разрушению.

РИСУНОК 7.4.
Алгоритм тестирования и маркировки РЭС

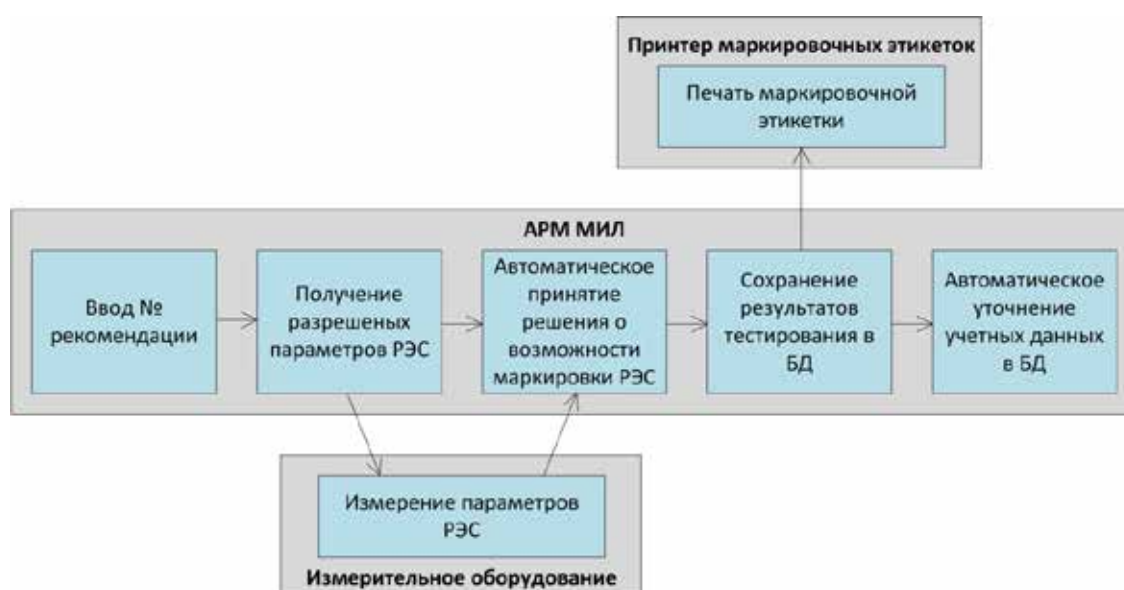


РИСУНОК 7.5.
Проверка параметров подвижной телевизионной станции



РИСУНОК 7.6.
Пример маркировочной этикетки



Подсистема планового режима обеспечивала автоматическое выполнение задач РК по заданному расписанию, в том числе измерение параметров радиоизлучений, локализацию на местности источников радиоизлучения, обнаружение новых источников, контроль параметров излучений зарегистрированных РЭС и их сравнение с нормами, определение занятости частот и частотных диапазонов и т.п. Особое значение имело применение гибкой системы событий РК, которая использовала спектральные и временные маски, что сделало возможной работу аппаратуры РК в автоматическом режиме для обнаружения помех и поиска отклонений параметров излучений РЭС. На Рис. 7.7 и 7.8 показаны варианты отображения результатов выполнения заданий в интерфейсе АСУ РЧС.

РИСУНОК 7.7.
Отображение на карте результатов пеленгования

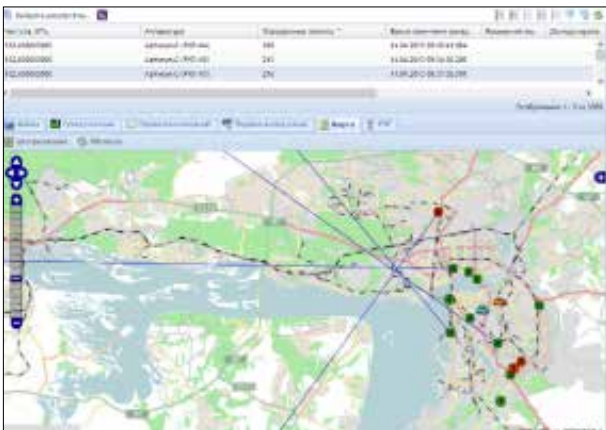


РИСУНОК 7.8.
Обнаружения сигнала по событию РК (выход сигнала за маску)



Оперативный режим применялся, когда требовалось принять необходимые решения в сложных случаях поиска источников помех, выполнить незамедлительную локализацию источников радиоизлучения на местности. Фактически, во время проведения Универсиады все стационарные средства РК выполняли автоматические задания с использованием событий РК. При возникновении события, например появления сигнала, выходящего за спектральную маску, у оператора ЦУ появлялось соответствующее сообщение, он переходил в оперативный режим для детального анализа происходящего с целью выяснения степени опасности события и принятия необходимого решения.

Подсистема постановки задач внешнему персоналу организовывала работу ММС, ГРК и МИЛ, обеспечивалась адресная постановка заданий экипажам, контроль выполнения и сохранение результатов. Задания ставились как по плану, например, в соответствии с расписанием спортивных мероприятий на ближайшие сутки, так и вне плана – например, задания на поиск помех при их обнаружении или при поступлении заявки.

Подсистемы учётных и справочных данных предназначались для хранения частотных присвоений, данных РЭС, контрагентов, учёта разрешительных документов, источников радиоизлучений, присутствующих в эфире, данных об оборудовании, используемом в АСУ и о персонале, о нормах на отклонение ширины полосы и частоты и для отображения справочных данных на электронной карте местности.

Подсистема мониторинга состояния обеспечивала контроль текущего состояния каналов связи, исправности оборудования, автоматическую диагностику неисправностей. Кроме того, поддерживался большой перечень технических событий, которые уведомляли персонал об изменении текущего состояния системы, в том числе:

- срабатывание системы тревожной сигнализации;
- переключение между каналами связи;
- переключение между основным и резервным источниками электропитания;
- выход за пределы допустимых режимов работы аппаратуры.

На электронной карте местности отображалось текущее местоположение мобильных средств и состояние элементов АСУ РЧС. При необходимости, на карту выводились данные о наличии на РКП-Н и ОРКП технических событий.

Подсистема картографии обеспечивала геоинформационную поддержку работы АСУ РЧС. На Рис. 7.9 показан пример работы подсистемы картографии; отображается карта города, объекты Универсиады, зоны РК.

Подсистема формирования отчётов служила для формирования отчётов по выбранным группам данных, используя заданные шаблоны представления. Отчеты могли содержать отдельные данные, таблицы, графики, диаграммы, включая картографические данные и иметь различные форматы (docx, xlsx, html, pdf).

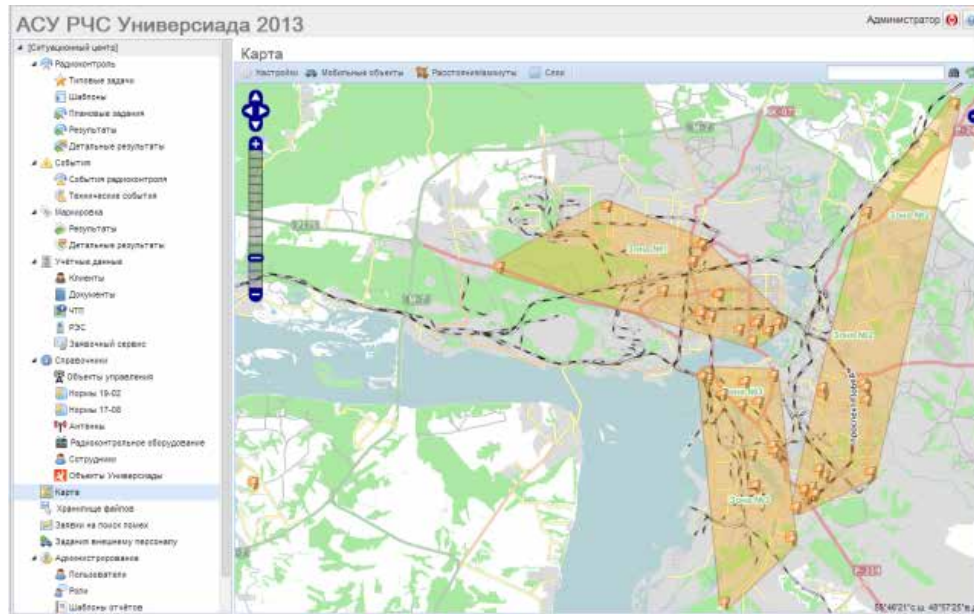
Подсистема администрирования предназначалась для управления учётными записями пользователей: добавление новых пользователей, редактирование, деактивация или удаление действующих учётных записей пользователей, а также разграничение прав пользователей по доступу к системе и редактированию данных.

4 Применение оборудования РК

При разворачивании АСУ РЧС «Универсиада 2013» учитывалось, что электромагнитная обстановка в Казани в период подготовки и проведения Универсиады будет характеризоваться значительным увеличением количества действующих РЭС, при этом основная часть источников будет находиться в верхней части ОВЧ диапазона, во всем УВЧ диапазоне, а также в нижней части СВЧ диапазона. Существенная часть источников будет иметь малую мощность излучения, и, следовательно, малую зону электромагнитной доступности, размещаться внутри спортивных сооружений, использовать широкополосную модуляцию и пакетную передачу данных. Так же, фактор, который был принят во внимание - это большое количество соревновательных, тренировочных и прочих объектов, общим количеством более 60-и единиц, разбросанных по всему городу и за его пределами, на которых следовало обеспечить ЭМС работающих РЭС и предотвратить действие помех (см.

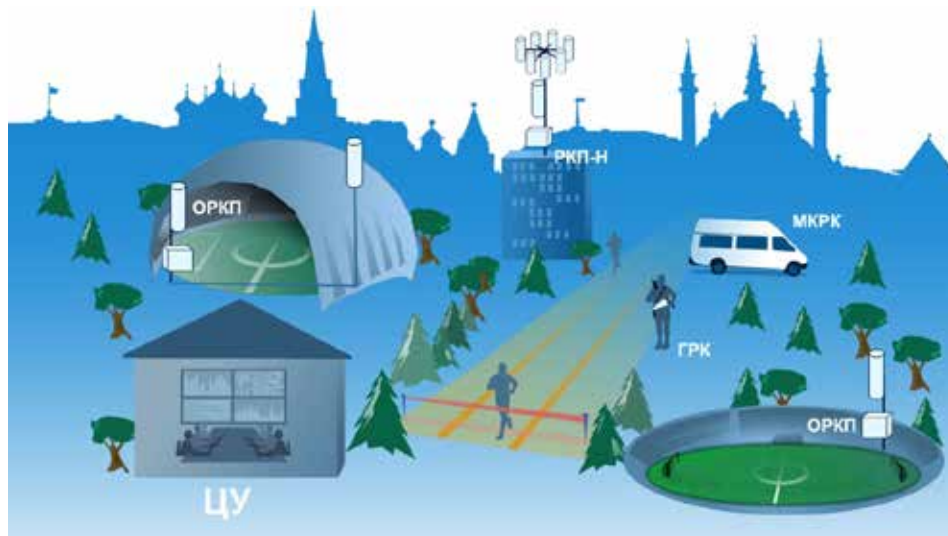
Рис. 7.9). Дальнейший опыт работы в ходе подготовки и проведения Универсиады полностью подтвердил правильность этих предположений.

РИСУНОК 7.9.
Объекты Универсиады и зоны РК



В ходе Универсиады использовались два вида стационарных средств: РКП-Н, антенны которых размещались на крышах высотных зданий, и ОРКП, установленные непосредственно на объектах. Так же использовались МКРК и портативное оборудование, которым оснащались ГРК. Особенности использования оборудования РК поясняются на Рис. 7.10.

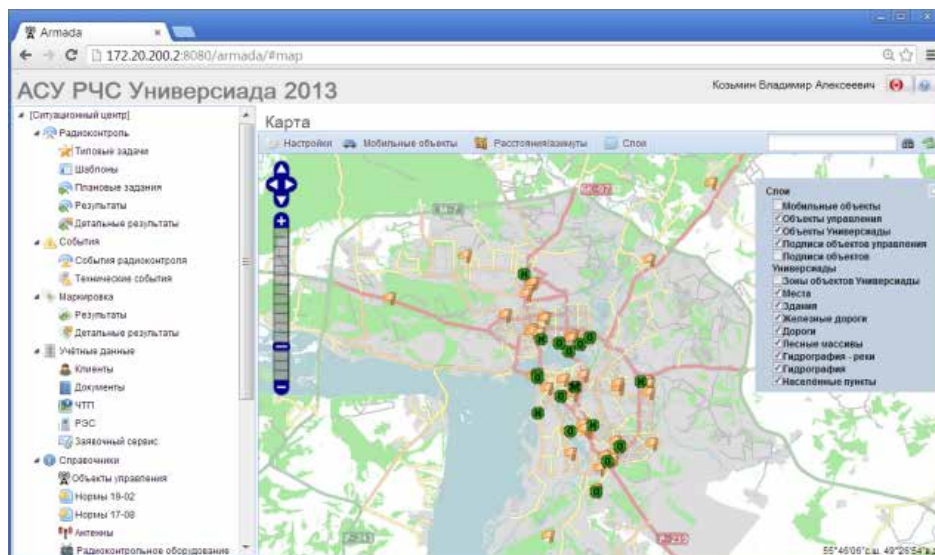
РИСУНОК 7.10.
Особенности использования оборудования РК



На Рис. 7.11 показано расположение стационарных средств РК в Казани. После окончания Универсиады концентрация ОРКП в пределах города стала избыточной, поэтому

большинство ОРКП было перенесено в другие населенные пункты для использования в качестве станций¹ для измерения параметров радиоизлучений.

РИСУНОК 7.11.
Расположение стационарных средств РК в Казани



В состав РКП-Н входил пеленгатор с верхней рабочей частотой 3 ГГц, поскольку предполагалось, что работающие на более высоких частотах источники, как правило, будут иметь малый радиус действия или использовать для передачи направленные антенны, что сделает работу стационарных радиопеленгаторов неэффективной [5]. Нижняя рабочая частота пеленгатора составляла 1,5 МГц, благодаря чему обеспечивалось пеленгование источников радиоизлучений в ВЧ диапазоне по поверхностной волне.

В трех РКП-Н помимо пеленгатора имелся измерительный приёмник АРГАМАК-ИС [6], обеспечивающий спектральный анализ радиоизлучений и измерение их параметров, а так же анализ служебных идентификаторов и параметров систем GSM, UMTS, LTE, CDMA, TETRA, DECT, Wi-Fi, DVB T/T2/H.

Оборудование двух РКП-Н было смонтировано в термостатированных и влагозащищенных корпусах, обеспечивающих круглогодичную эксплуатацию на открытом воздухе без служебных помещений. На Рис. 7.12 слева направо показаны: блок обработки сигналов пеленгатора, антенная система радиопеленгатора, блок электропитания, обеспечивающий возможность работы станции при пропадании внешней электрической сети в течение двух часов, и блок приёма и обработки сигналов измерительного приемника с блоком выносных датчиков поля в качестве приемной измерительной антенны. Пример расположения антенн показан на Рис. 7.13.

ОРКП имели в своем составе такой же измерительный приемник в термостатированном и влагозащищенном корпусе. Они устанавливались непосредственно внутри и снаружи наиболее важных спортивных объектов и обеспечивали круглосуточный контроль РЭС малого радиуса действия, используемых на объектах. Верхняя рабочая частота ОРКП

¹ **Замечание А.П.** Здесь предлагается вернуться к «измерительным» станциям, поскольку ОРКП не осуществляют пеленгацию и поэтому не могут рассматриваться как полноценные станции РК. Вместе с тем, их нельзя путать с МИЛ.

составляла 8 ГГц. На Рис. 7.14 и Рис. 7.15 приведен пример размещения ОРКП в Центре гребных видов спорта.

Стационарные средства РКП-Н и ОРКП дистанционно управлялись из ЦУ, а при необходимости - от МКРК или ГРК, по проводному каналу связи, который резервировался беспроводным каналом 3G, а так же радиоканалом для передачи аварийных сообщений на основе развернутой сети служебной радиосвязи МОТОНТВО.

РИСУНОК 7.12.

Внешний вид оборудования РК стационарной станции



РИСУНОК 7.13.

Антенная система измерителя (слева) и пеленгатора (справа) на крыше здания



МКРК обеспечивали измерение параметров радиоизлучений до 43 ГГц, автоматическое пеленгование от 1,5 до 8000 МГц. На Рис. 7.16 показано выдвижение МКРК к местам их дислокации, а на Рис. 7.17 рабочее место оператора станции. Для расширения диапазона РК и амплитудного пеленгования до 43 ГГц, а также для работы станции в качестве МИЛ, в состав станции входили анализаторы спектра, интегрированные в АСУ РЧС.

Обмен данными между МКРК и АСУ РЧС обеспечивался с помощью беспроводного канала 3G модемов. Также, все основные соревновательные объекты в подготовительный период были оборудованы специальными местами для проводного подключения МКРК к сети INTERNET, поэтому во время стоянки около таких объектов использовалось проводное подключение с помощью кабеля ETHERNET.

В качестве портативных средств применялись ручные радиопеленгаторы с диапазоном рабочих частот 0,3 – 18000 МГц, а также малогабаритные измерительные приемники. На Рис. 7.18 и Рис. 7.19 показана работа ГРК на стадионе «Тулпар» во время матча по регби.

РИСУНОК 7.14.
**Центр гребных видов спорта (оранжевым
 кружком выделена антенна ОРКП)**



РИСУНОК 7.15.
**ОРКП, размещенный на крыше
 Центра гребных видов спорта**



РИСУНОК 7.16.
выдвижение МКРК к местам дислокации



РИСУНОК 7.17.
Рабочее место оператора МКРК



РИСУНОК 7.18.
ГРК во время поиска помехи



РИСУНОК 7.19.
**Контроль электромагнитной обстановки
 силами ГРК**



5 Организация РК под управлением ЦУ

Мероприятия по РК при подготовке и проведении Универсиады в Казани разделялись на три уровня контроля: городской, зональный и объектовый [1, 2].

Городской уровень, использующий сеть из пяти РКП-Н, обеспечивал пеленгование, локализацию, измерение параметров радиоизлучений.

Зональный уровень, состоящий из двенадцати МКРК, обеспечивал пеленгование, локализацию и измерение параметров радиоизлучений, включая маломощные источники. Расположение спортивных объектов (оранжевые флажки) и границы трёх зон РК (четвертая зона включала в себя стрельбище, расположенное за пределами города) показаны на Рис. 7.9. В каждой зоне одновременно находилось до двух экипажей МКРК, а так же несколько ГРК, оснащённых портативным оборудованием. Положение и треки движения МКРК отображались на электронной карте.

Для обеспечения объектового (локального) уровня РК были задействованы одиннадцать ОРКП и шесть ГРК, оснащённых портативными средствами РК, что делало возможным поиск и локализацию источников помех в самых труднодоступных местах.

Персонал АСУ РЧС был объединён в оперативный ЦУ, который делился на внутренний персонал и внешний персонал - экипажи МИЛ, МКРК и ГРК.

В ЦУ было развернуто десять АРМ операторов, с помощью которых осуществлялось управление стационарными и объектовыми пунктами РК, МКРК и ГРК, специальным транспортом и системой служебной радиосвязи.

За пределами ЦУ в МКРК, в МИЛ, в ГРК, Дирекции Универсиады, а также во взаимодействующих силовых ведомствах были развернуты удаленные АРМ, общим количеством более 40 единиц, с помощью которых осуществлялась полноценная работа системы. При этом в случае невозможности использования проводных каналов происходил автоматический переход на беспроводные каналы 3G.

С помощью подсистемы заявочного сервиса в период подготовки и проведения Универсиады было получено 285 заявок на использование РЭС, 39 из которых было отклонено. Для тестирования РЭС было развёрнуто десять МИЛ, в том числе две стационарные и восемь мобильных. В общей сложности была произведена проверка и маркировка 8368 РЭС, в том числе 6714 РЭС сухопутной подвижной службы, 1364 устройств малого радиуса действия, 20 РЭС фиксированной спутниковой службы, 266 РЭС фиксированной службы и 4 РЭС радиолокационной службы.

За период проведения Универсиады сотрудниками радиочастотной службы было выявлено 207 нарушений использования частот, в частности: работа радио микрофонов и устройств типа «радио-ухо», точек беспроводного доступа, функционирование земных станций спутниковой связи, а также РЭС подвижной связи организаторов церемонии открытия. Изображения нескольких РЭС – «нарушителей», выявленных в результате мероприятий на объектах Универсиады, представлены на Рис. 7.20 - Рис. 7.22.

РИСУНОК 7.20.
Станция беспроводного доступа в Центре гребных видов спорта



РИСУНОК 7.21.
Земная станция спутниковой связи на спорткомплексе «АкБуре»



РИСУНОК 7.22.
РЭС подвижной связи организаторов церемонии открытия на стадионе «Казань-Арена»



6 Заключение

АСУ РЧС «Универсиада 2013» в ходе подготовки и проведения летней Универсиады в Казани обеспечила эффективное дистанционное управление территориально разнесенными стационарными, мобильными и портативными средствами РК, тестирование и маркировку РЭС, взаимодействие с внешними информационными структурами на базе единой автоматизированной системы. Система сделала возможным эффективным управление персоналом, согласованную постановку задач, контроль их выполнения и принятие необходимых решений в реальном масштабе времени.

Опыт применения АСУ РЧС «Универсиада 2013» был использован радиочастотной службой Российской Федерации на XXII Зимних Олимпийских играх и XI Зимних Паралимпийских играх в Сочи, февраль - март 2014 года.

Ссылки в Приложении 7

1. АЛЕКСЕЕВ Д.А., АШИХМИН А.В., КОБЕЛЕВ С.Г., КОЗЬМИН В.А., РЕМБОВСКИЙ А.М., СЫСОЕВ Д.С., ЦАРЕВ Л.С. Технические особенности и опыт применения автоматизированной системы управления спектром на XXVII Всемирной летней Универсиады в Казани//Электросвязь.-2014.-№ 4. – С. 9-16 (Перевод рукописи статьи на английский язык приведен на вебсайте: <http://www.ircos.ru/en/articles.html>)
2. <http://rspectr.com/article/radiokontrol/kazan>
3. http://www.ircos.ru/en/stn_armada.html
4. <http://www.ircos.ru/en/about.html>

5. A. REMBOVSKY, A. ASHIKHMIN, V. KOZMIN, S. SMOLSKIY. Radio Monitoring. Problems, Methods, and Equipment. Volume 43 in the Science and Technology series. ISBN 978-0-387-98099-7, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2009.-C. 530.
6. http://www.ircos.ru/en/stn_argamak-c10.html