

ЗАДАЧИ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИ- СТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА

к.т.н. И.М. Николаев, к.т.н. С.В. Пшеничных, Л.Л. Семенкевич,
к.т.н. Н.М. Калюжный, А.Г. Леушин
(представил д.т.н., проф. И.И. Зима)

Обосновываются задачи и рассматриваются принципы построения государственной автоматизированной системы радиомониторинга. Показано, что данные принципы имеют важное методологическое значение и должны учитываться при разработке концепции и программы создания подобной системы в Украине.

Постановка проблемы. Быстрый рост рынка информационных ресурсов и услуг в области связи и телекоммуникационных технологий в Украине приводит к существенному возрастанию плотности загрузки отдельных частей радиочастотного спектра (РЧС), что требует новых подходов к решению проблемы качественного управления и контроля использования радиочастотного ресурса (РЧР) на государственном уровне [1].

Для эффективного решения этой проблемы предполагается создать единую государственную автоматизированную систему радиомониторинга (ЕГАСРМ), которая должна охватывать РЧС от 9 кГц до 300 ГГц, всю территорию Украины и все министерства и ведомства, участвующие в управлении и контроле использования РЧР. Данная система должна создаваться по единому проекту как единая информационно-расчетная система, состоящая из ряда взаимосвязанных и взаимодействующих функциональных подсистем, реализованных в виде локальных автоматизированных рабочих мест (АРМ), предназначенных для работы в территориально-распределенной сети. В настоящее время работы по созданию данной системы находятся на этапе разработки общей Концепции и формирования технического задания.

Очевидно, что оптимизация целей и задач различных министерств и ведомств и максимально согласованное применение их технических, программных, методических и информационных ресурсов, а также последних достижений науки и техники в сфере регулирования РЧР, может

быть обеспечено в том случае, если в основу создания ЕГАСРМ будут положены общесистемные принципы, позволяющие учесть все аспекты данной проблемы, что имеет особо важное значение на начальных стадиях ее решения.

В связи с этим задача выбора и обоснования общесистемных принципов построения ЕГАСРМ (с учетом специфики возлагаемых функций) на этапе разработки ее концепции и технического задания является актуальной.

Анализ последних исследований и публикаций по проблеме автоматизации процессов управления и контроля РЧР показал, что решению данной задачи в известной научно-технической литературе практически не уделяется внимания. Так, в статье [1] приведен общий анализ состояния автоматизации и рассмотрены частные принципы построения государственной АСУ РЧС в России, вытекающие из объективно сложившихся обстоятельств. При этом наибольшее внимание уделено принципам создания общедоступных информационных, методических и программных ресурсов данной системы. В монографии [2] основное внимание уделено рассмотрению общетеоретических вопросов и анализу нормативно-методических документов в области радиоконтроля (РК) и управления РЧС. В [3] предложена структурно-функциональная модель процесса управления использованием РЧС в виде замкнутой системы, в которой выработка управляющих действий основывается на количественных данных, характеризующих текущее и прогнозируемое состояния использования спектра по показателям его загрузки. В [4] рассмотрена задача оптимизации пространственной структуры системы РК региона (в части определения ее состава и размещения постов) по критерию минимума стоимости с учетом выполнения требований к качеству контроля.

Субъектами создаваемой ЕГАСРМ в Украине являются Администрация связи и радиочастот (АЗРЧ), центр "Укрчастотнагляд" и радиочастотные органы (РЧО) министерств, ведомств и территориально-административных образований.

Основными функциями данной системы являются:

- прогнозирование потребностей и условий использования РЧР в тех или иных участках спектра и регионах;
- подготовку предложений по рациональному использованию имеющегося количества РЧР;
- сбор, обработка и хранение данных об эффективности использования выделенных РЧР, параметрах излучений и других тактико-технических характеристиках РЭС военного и гражданского назначения;
- ведение непрерывного и/или периодического (выборочного) кон-

троля работы РЭС во всем используемом диапазоне РЧС и его оперативное перераспределение по результатам контроля.

В связи с этим **целями данной статьи** являются выявление свойств и признаков ЕГАСРМ, как сложной системы, обоснование принципов ее построения и раскрытие их методологического значения для создания данной системы.

Свойства и признаки ЕГАСРМ. Создаваемая ЕГАСРМ должна обладать достаточно большим количеством территориально-распределенных взаимосвязанных и взаимодействующих органов и программно-технических средств управления и контроля за состоянием использования РЧР, а также программно-технических средств сбора, анализа, обработки, передачи, хранения и отображения информации, относящейся к этой сфере. Взаимодействие этих органов и средств должно осуществляться по различным каналам связи с использованием управляющей информации, а сами эти средства и органы должны выполнять несколько функций (т.е. быть многофункциональными).

Наиболее характерными признаками создаваемой системы, позволяющими отнести ее к классу больших (сложных) систем, являются:

- наличие общей цели функционирования;
- многомерность системы, обусловленная наличием большого количества связей между ее подсистемами и отдельными элементами;
- многопараметрический характер системы, определяемый разнообразием целей отдельных подсистем, разнообразием характеристик и показателей эффективности и требований;
- многофункциональность системы, вытекающая из необходимости решения различных задач контроля и регулирования РЧР на различных уровнях и этапах ее функционирования;
- стохастический и неопределенный характер взаимодействия системы и ее элементов с внешней средой.

Принципы создания ЕГАСРМ. Анализ признаков и свойств системы позволяет заключить, что в основу ее создания должен быть положен системный подход, базирующийся на ряде основополагающих принципов. Наиболее важными из этих принципов являются:

- принцип целостности (единства) системы;
- принцип соответствия структуры и состава системы ее назначению и решаемым задачам (принцип структурной упорядоченности);
- территориально-ведомственный принцип;
- принцип иерархичности построения системы РМ;
- принцип оптимизации системы РМ по критерию эффективность/стоимость;

- принцип автоматизации (процессов контроля, сбора, обработки и выдачи информации);
- принцип адаптации системы;
- принцип оперативности управления системой и ее отдельными элементами;
- принцип совместимости технического, методического, информационного и программного обеспечения системы, ее подсистем и элементов.

Рассмотрим сущность этих принципов более подробно.

Принцип целостности заключается в подходе к созданию ЕГАСРМ, как к целостному объекту, имеющему общую цель и функционирующему по определенным закономерностям, присущим системе в целом.

Данный принцип требует точного и полного определения целей и задач разрабатываемой системы, закономерностей ее функционирования и связей с внешней средой.

Исходя из этого принципа, общую цель создаваемой ЕГАСРМ можно сформулировать следующим образом: подготовка научно обоснованных рекомендаций (управленческих решений) по рациональному использованию РЧР на основе сбора, хранения и обработки данных о текущих и перспективных потребностях в РЧР, а также данных объективного контроля за работой РЭС различного назначения.

Особую роль в процессе создания системы РМ играет анализ внешних воздействий. К ним относятся, прежде всего, условия распространения радиоволн, совокупность непреднамеренных и преднамеренных помех, неэлектромагнитные возмущения (огневое, ядерное воздействия и т. д.). При этом среда распространения радиоволн является пассивной антагонистической подсистемой для ЕГАСРМ и представляет собой объект естественного происхождения, существующий вне любой группировки РЭС.

Подсистемы преднамеренных и непреднамеренных помех – это активные антагонистические подсистемы искусственного происхождения. К ним относятся, например, случайные воздействия излучений РЭС и воздействия со стороны противоборствующей (конкурирующей) системы.

К системе внешних воздействий могут быть отнесены также государственные и международные нормативно-правовые документы и соглашения, поскольку создание ЕГАСРМ должно осуществляться с учетом действующих норм международного права и государственных законодательных и нормативно-правовых документов, регулирующих вопросы использования РЧР в Украине.

Принцип соответствия (принцип структурной упорядоченности) требует включения в состав создаваемой системы РМ таких органов

(субъектов) и подсистем, которые обеспечивали бы эффективное выполнение всех возлагаемых на данную систему функций и задач.

Данный принцип требует уяснения и тщательного анализа функций и задач, возлагаемых на создаваемую систему, и выделение в ее составе необходимых функциональных подсистем, обеспечивающих их выполнение с заданной (требуемой) эффективностью. Применение данного принципа к анализу создаваемой системы позволяет выделить в ее составе *подсистемы прогнозирования, планирования, оперативного управления и контроля* использования РЧР. В свою очередь, в составе этих подсистем могут быть выделены подсистемы, обеспечивающие решение задач:

- распределения, выделения и присвоения частот;
- международно-правовой защиты РЧР (частотных присвоений);
- обеспечения ЭМС РЭС в группировках и сетях;
- контроля параметров излучений, режимов работы РЭС и использования РЧР;
- сбора, обработки и хранения данных о параметрах РЭС, результатах контроля и эффективности использования РЧР;
- связи и информационного обмена между элементами системы и самой системы с внешней средой;
- управления подсистемой РК и ее отдельными элементами.

Структура этих подсистем, в свою очередь, также должна соответствовать решаемым ими задачам. Это соответствие должно быть обеспечено по диапазону частот, способу базирования средств радиочастотного контроля и их техническим характеристикам, классам (типам) контролируемых объектов и РЭС, количеству и диапазонам изменения измеряемых параметров сигналов, объему и содержанию выдаваемой информации.

Территориально-ведомственный принцип предполагает построение такой системы РМ, структура которой в максимальной степени соответствует целям и задачам, стоящим перед министерствами, ведомствами и регионами (областями) в сфере регулирования контроля использования РЧР. Этот принцип требует учета различий в объемах и важности задач, решаемых разными регионами, министерствами и ведомствами в данной сфере, а также количества, важности и ТТХ РЭС, расположенных в разных регионах и областях.

Необходимость и целесообразность построения ЕГАСРМ по *иерархическому принципу* обусловлена большим разнообразием задач, эффективное решение которых требует разных объемов исходной информации и затрат времени. В частности, решение задач распределения,

назначения и выделения частот, совершенствования нормативно-правовой базы, международно-правовой защиты частотных присвоений, выдачи лицензий и других требует анализа большого объема исходных данных, длительных согласований с заинтересованными ведомствами и не может осуществляться в реальном масштабе времени.

Для решения этих задач ЕГАСРМ должна иметь подсистему верхнего уровня, субъектами которой являются общегосударственные РЧО. Эта подсистема должна взаимодействовать с международными РЧО, регионально-ведомственными подсистемами и пользователями (потребителями) РЧР. Основу всей системы должны составлять узлы и посты РК, оснащенные необходимыми техническими средствами приема, определения местоположения, распознавания и измерения параметров источников радиоизлучений (ИРИ) в заданном частотном диапазоне.

Таким образом, из изложенного следует, что наиболее приемлемой для ЕГАСРМ является иерархическая структура с тремя уровнями, позволяющая сочетать централизованное управление всей системой с локальным управлением ее отдельными подсистемами, элементами и процессами. В такой системе функции управления разделены между АЗРЧ, который реализует алгоритм общего управления использованием радиочастотного ресурса, Центром "Укрчастотнагляд", который реализует алгоритм общего контроля за состоянием РЧР, и регионально-ведомственными РЧО, осуществляющими управление выделенными РЧР и постами контроля в соответствии с управляющими воздействиями центральных органов.

Данная структура ЕГАСРМ обладает многими положительными функциональными свойствами, основными из которых являются:

- максимальная автономность регионально-ведомственных РЧО в решении задач РМ с возможностью оптимального управления системой в целом (более высокая гибкость управления);
- централизованное хранение и обработка информации, относящейся ко всей системе, с децентрализованным размещением и обработкой информации, необходимой для автономного управления ее отдельными субъектами, подсистемами и элементами;
- пониженные требования к пропускной способности систем связи и производительности регионально-ведомственных РЧО с общей высокой пропускной способностью системы в целом;
- повышенная живучесть и надежность системы, так как при выходе из строя центрального органа локальные центры управления могут продолжать функционировать, например, в соответствии с последним централизованным управляющим воздействием.

- удобство и простота взаимодействия операторов системы и пользователей РЧР с базами данных системы;
- менее сложное программное и специальное математическое обеспечение информационных систем;
- меньшие затраты временных ресурсов на выполнение системой задач РМ.

Принцип оптимизации предусматривает создание системы РМ, обеспечивающей заданную эффективность решения возлагаемых задач с учетом ограничений финансовых и материальных средств, выделенных на создание системы.

Реализация этого принципа предполагает:

- определение оптимального перечня контролируемых (измеряемых) параметров излучений РЭС разных классов и типов с учетом стоимости, физической и технической реализуемости средств обнаружения, измерения параметров и распознавания ИРИ;
- оптимальный выбор количества постов РК, состава их контрольно-измерительной аппаратуры, числа операторов дежурных смен и обслуживающего персонала;
- определение оптимального состава и типов средств связи и вычислительной техники, реализующих требуемые алгоритмы обработки информации и обеспечивающих прием, обработку, хранение и передачу необходимых объемов информации с требуемым быстродействием.

Принцип автоматизации (компьютеризации) является одним из важнейших и предполагает максимальное использование в ЕГАСРМ средств автоматизации и других передовых информационных технологий.

Реализация этого принципа в процессе создания данной системы должна осуществляться с учетом:

- преемственности и этапности развития (разработки) системы;
- иерархичности процессов функционирования системы;
- модульности системы, состоящей из совокупности структурно-автономных функциональных подсистем с возможностью их расширения и развития без нарушения функционирования;
- достигнутого (мирового) уровня информатизации и максимального использования существующих информационных, программно-технических, телекоммуникационных и иных ресурсов;
- единых форматов (стандартов) электронного обмена входными и выходными данными.
- унификации и стандартизации программного обеспечения, компьютерного, коммутационного, управляющего и связанного оборудования системы;

- ориентации на программное управление элементами системы;
- открытости системы и ее возможной интеграции с другими АСУ.

Принцип адаптации предусматривает создание системы РМ, способной решать возложенные задачи (в полном или ограниченном объеме) в зависимости от ее внутреннего состояния и состояния внешней среды. Факторами, влияющими на функционирование системы РМ, являются условия распространения радиоволн, быстроменяющаяся электромагнитная (ЭМО) и помеховая (ПО) обстановка в контролируемом районе, а также количество и типы исправно функционирующих программно-технических средств связи, контроля, сбора, обработки и хранения информации. Этот принцип требует учета множества разнородных показателей, параметров и ограничений, связанных с системой внешних воздействий, что является особенно важным при разработке алгоритмов, обеспечивающих решение задач контроля РЭС и оперативного управления системой в условиях сложной ЭМО.

Принцип обучения предполагает пополнение, уточнение и корректировку баз данных (по результатам наблюдения, измерения и распознавания) о контролируемых объектах и РЭС, сигнальные признаки которых были заданы в виде диапазонов возможных значений (ДВЗ) параметров излучаемых сигналов, а также внесение в БД сведений о неизвестных или вновь появившихся объектах и РЭС.

Данный принцип предусматривает введение в состав программного обеспечения системы ряда специальных алгоритмов, в том числе:

- алгоритмов кластеризации объектов и РЭС (т. е. формирования их алфавитов и словарей сигнальных признаков) в соответствии с потребностями обслуживаемых органов управления;
- алгоритма оценки электромагнитной доступности РЭС с учетом рельефа местности, условий распространения радиоволн (по прямой волне или полю ДТР), условий ведения разведки РЭС (по основному, боковому или фоновому излучению их антенн) и других факторов.
- алгоритмов обучения (дообучения) и самообучения;
- цифровых карт контролируемых районов (районов дислокации РЭС);
- алгоритма управления базами данных (БД).

Принцип оперативности управления ЕГАСРМ требует разработки автоматических и/или автоматизированных алгоритмов и процедур, обеспечивающих своевременную выдачу (в близком к реальному масштабу времени) управляющих воздействий субъектам, подсистемам, постам контроля и другим элементам в соответствии с условиями их функционирования и изменениями ЭМО. При этом основное внимание должно быть уделено процедурам управления имеющимся РЧР, обеспе-

чения ЭМС РЭС, пресечения нарушений, выявления незаконно действующих РЭС и другим.

Анализ задач, возлагаемых на систему, показывает, что управление ее функционированием целесообразно построить по смешанному (централизованно-децентрализованному) принципу, в соответствии с которым эта задача разбивается на совокупность взаимосвязанных задач управления, решаемых на различных уровнях иерархии.

Принцип совместимости (единства) технического, методического, информационного и программного обеспечения требует регламентации и согласования в рамках Концепции и Программы создания ЕГАСРМ следующих важных вопросов:

1. Разработка единого методического, программного и информационного обеспечения.

2. Определение состава, идентификации и сопровождения информационных ресурсов системы.

3. Порядок использования выделенных каналов связи для организации информационного обмена и электронного документооборота между субъектами системы.

4. Порядок использования электронных цифровых подписей.

5. Порядок и условия доступа к ресурсам единой государственной автоматизированной системы радиомониторинга, а также информирования пользователей о состоянии ЕГАСРМ и существующих возможностях по доступу к ее ресурсам.

6. Использование международно-признанных расчетных методик или методик, одобренных АЗРЧ.

7. Обеспечение информационной совместимости различных функциональных подсистем путем применения унифицированных классификаторов и словарей данных, а также различных способов связанного представления данных.

Данный принцип требует также разработки и реализации единой технической политики по оснащению РЧО и постов РК типовыми расчетно-аналитическими и измерительно-пеленгационными комплексами.

Разработка Концепции создания ЕГАСРМ, кроме рассмотренных принципов, должна осуществляться с учетом:

– максимально возможного использования существующих организационных структур субъектов системы;

– приоритетной ориентации на использование национального научно-технического потенциала в сфере РЧР;

– сбалансированного использования средств государственного бюджета и иных источников финансирования создаваемой системы;

– органичного соединения рыночных механизмов и государственного регулирования на этапах создания и эксплуатации системы.

Выводы. Рассмотренные принципы раскрывают сущность задачи создания ЕГАСРМ и имеют в связи с этим важное научно-практическое и методологическое значение. Эти принципы отражают объективно существующие связи данной системы с внешней средой, а также связи между ее подсистемами и элементами и предписывают, как следует действовать при ее создании. Учет и применение этих принципов на практике позволит избежать просчетов и ошибок на начальных стадиях разработок, что имеет важное значение для последующих этапов проектирования данной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быховский М.А., Пастух С.Ю., Тихвинский В.О., Харитонов Н.И. Принципы построения государственной автоматизированной системы управления РЧС в России // *Электросвязь*. – 2002. – № 6. – С. 13 – 18.
2. Логинов Н.А. *Актуальные вопросы радиоконтроля в Российской Федерации*. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
3. Бобовников В.В., Ермаков А.И., Ковтунова И.Г., Сорокин А.Д., Соловьев В.В., Цветков С.А., Якименко В.С. Структурно-функциональная модель процесса управления использованием радиочастотного спектра // *РТ*. – 1998. – № 6. – С. 51 – 55.
4. Диев Ю.А., Рюмишин А.Р., Суховой В.Ф., Цурков М.Л. Методика обоснования пространственной структуры системы радиоконтроля РЭС // *РТ*. – 2000. – № 11. – С. 72 – 74.

Поступила 01.02.2004

НИКОЛАЕВ Иван Михайлович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник отдела Научного центра Войск ПВО. В 1979 году окончил ВИРТА ПВО им. Говорова Л.А.. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

ПШЕНИЧНЫХ Сергей Васильевич, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, начальник отдела Научного центра Войск ПВО. В 1981 году окончил Харьковский авиационный институт. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

СЕМЕНКЕВИЧ Леонид Леонидович, старший научный сотрудник отдела Научного центра Войск ПВО. В 2001 году окончил Национальную академию обороны Украины. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

КАЛЮЖНЫЙ Николай Михайлович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, начальник управления Научного центра Войск ПВО. В 1979 году окончил Саратовский государственный университет. Область научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.

ЛЕУШИН Андрей Геннадиевич, адъюнкт Научного центра Войск ПВО. В 1997 году окончил командно-штабной факультет Харьковского военного университета. Об-

ласть научных интересов – теория и техника распознавания объектов в активно-пассивных системах локации и радиоконтроля.