

УДК 621.396.967.2

А.А. Петьков

ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

Рассматривается одна из базовых задач мониторинга состояния радиолокационного поля системы контроля воздушного пространства. Для принятых принципов построения системы контроля воздушного пространства определены основные параметры радиолокационного поля, требующие периодического контроля в условиях его прерывистости. Сформулированы основные проблемы динамического контроля состояния радиолокационного поля системы контроля воздушного пространства и предложены пути решения этих проблем.

Введение

Радиолокационное поле (РЛП) является материальной основой процессов контроля воздушного пространства Республики Беларусь и управления воздушным движением (УВД), а также управления силами и средствами противовоздушной обороны (ПВО) при решении ими задач недопущения несанкционированного использования воздушного пространства государства в мирное время и отражения ударов средств воздушного нападения противника (СВН) в военное время. Оно создается совокупностью организационно объединенных по выполняемым функциям и принципам управления средств радиолокации (СРЛ), образующих радиолокационные системы контроля воздушного пространства (РЛС КВП) гражданского и военного назначения. РЛП представляет собой физическую среду контролируемых совокупностью СРЛ областей воздушного пространства, в пределах которых обеспечивается обнаружение, измерение координат и параметров движения, опознавание (определение государственной принадлежности) и распознавание (определение класса или же типа) воздушных объектов, а также их непрерывное сопровождение (регулярное уточнение координат, параметров движения и характеристик воздушных объектов).

РЛП является источником формирования информационного ресурса, необходимого для принятия решений в системах УВД и ПВО при выполнении ими разнообразных функций. При этом информационный ресурс, формируемый комплексами средств автоматизации (КСА) пунктов управления РЛС КВП на основе отождествления и обобщения радиолокационной информации (РЛИ) от совокупности территориально распределенных источников, имеет специфические особенности. Во-первых, этот информационный ресурс имеет ограниченный жизненный цикл, время его ценности соизмеримо со временем его формирования, жестко связано с циклами обработки информации в СРЛ и КСА и составляет от нескольких десятков секунд до нескольких минут. Во-вторых, этот информационный ресурс формируется в результате реализации соответствующих алгоритмов поэтапной распределенной обработки РЛИ. В-третьих, объем этого информационного ресурса существенно зависит от параметров РЛП и определяется, прежде всего, структурой, количественно-качественным составом, взаимосвязями и режимами работы элементов РЛС КВП.

В процессе функционирования РЛС КВП неизбежно возникает задача мониторинга состояния РЛП системы. При этом под состоянием РЛП системы понимается совокупность его свойств, изменяющихся в процессе функционирования системы, характеризуемая в определенный момент времени значениями его показателей (параметров) и (или) качественных признаков. Мониторинг состояния РЛП системы представляет собой процесс контроля текущего состояния РЛП, управления этим состоянием посредством выработки обоснованных управленческих решений по реконфигурированию РЛС КВП в реальном масштабе времени в соответствии с изменяющейся обстановкой и оценки рисков, связанных с этими решениями. Следовательно, динамический (в реальном масштабе времени) контроль состояния РЛП системы, заключающийся в периодическом измерении основных параметров поля и оценке их соответствия предъ-

являемым требованиям, является одной из базовых задач мониторинга состояния РЛП системы. Под режимом реального времени в задаче динамического контроля состояния РЛП системы следует понимать возможность получения достоверной, полной и своевременной информации о текущем состоянии и основных параметрах РЛП системы в пределах интервалов времени, соответствующих периодичности обновления радиолокационной информации о воздушной обстановке на соответствующих уровнях иерархии РЛС КВП.

При организации динамического контроля состояния РЛП системы определяется перечень информативных параметров РЛП, способы (методики) их измерения, показатели и критерии оценки текущего состояния РЛП системы, рассмотрению которых посвящена эта статья.

1. Принципы построения и основные параметры радиолокационного поля системы контроля воздушного пространства

Исторически сформировавшееся требование создания сплошного РЛП над всей территорией страны и прилегающими территориями сопредельных государств во всем возможном диапазоне высот полета воздушных объектов, основанное на принципе тотального контроля воздушного пространства, в условиях существенных ресурсных ограничений не может быть реализовано [1, 2].

В таких условиях требуется кардинальное изменение основных принципов построения РЛС КВП, поскольку именно они определяют структуру и параметры РЛП системы. Эти уточненные с учетом современных реалий принципы были изложены в [1, 2]. Однако некоторые ранее разработанные подходы к построению РЛП систем контроля воздушного пространства актуальны и в настоящее время.

Радиолокационные поля РЛС КВП по своей структуре могут быть одноярусными или многоярусными. Одноярусные РЛП создаются однотипными СРЛ, а многоярусные – разнотипными источниками РЛИ. В РЛС КВП, создаваемых на основе разнотипных СРЛ, целесообразно формирование многоярусного РЛП с дифференцированием задач источников РЛИ по эшелонам высот полета воздушных объектов. Рациональным является формирование двухъярусного РЛП (рис. 1) [3, 4], поскольку при большем количестве ярусов РЛП с учетом требований к его мультидиапазонности и multifunctionality [1, 2] существенно возрастает типаж СРЛ, минимально необходимый для создания требуемого РЛП. При этом следует иметь в виду, что рост типажа источников РЛИ может существенно повлиять на суммарную стоимость РЛС КВП не только на этапе создания системы, но и в процессе ее функционирования вследствие значительного увеличения эксплуатационных расходов.

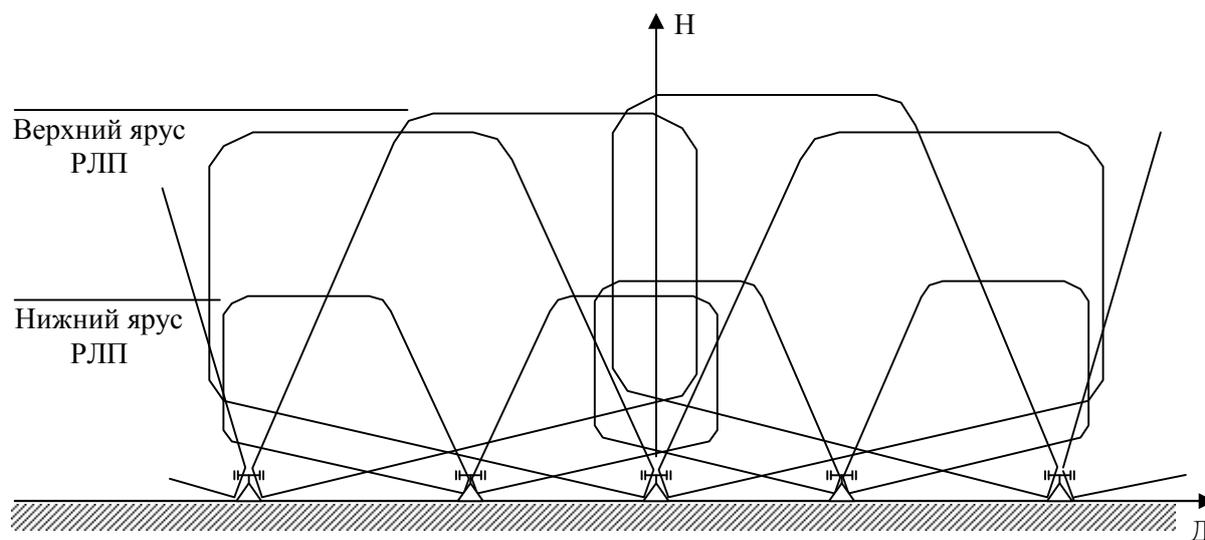


Рис. 1. Упрощенная структура многоярусного радиолокационного поля

При такой структуре РЛП нижний ярус создается как специализированными СРЛ, предназначенными для обнаружения маловысотных целей (СРЛ ОМЦ), так и СРЛ, предназначенными для обнаружения целей на больших и средних высотах (СРЛ БСВ), а верхний ярус – преимущественно СРЛ БСВ [3, 4].

В зависимости от решаемых задач при построении РЛС КВП могут использоваться линейные, групповые (по углам треугольника, квадрата или прямоугольника) и комбинированные варианты территориального размещения СРЛ [3, 4].

Конечно, с экономической точки зрения наиболее целесообразно размещать СЛС по углам равностороннего треугольника, так как в этом случае при одинаковом количестве однотипных СРЛ обеспечивается максимальная площадь сплошного РЛП (рис. 2). При таком построении расстояние d между СРЛ для создания сплошного РЛП определяется по формуле [3]

$$d = 2D_0 \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1,73D_0, \quad (1)$$

где D_0 – дальность обнаружения воздушного объекта с эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР) σ_u на высоте H_0 .

Количество СРЛ, необходимых для создания РЛП на высоте H_0 над определенной территорией $S_{РЛП H_0}$, можно оценить на основе оценки вклада каждого СРЛ в создание РЛП на заданной высоте. Из рис. 2 следует, что площадь РЛП, создаваемого одним СРЛ $S_{СРЛ H_0}$, равна площади вписанного в окружность радиусом D_0 правильного шестиугольника [3]:

$$S_{СРЛ H_0} = 3D_0 \frac{d}{2} \approx 2,6D_0^2. \quad (2)$$

Тогда необходимое количество СРЛ $N_{СРЛ}$ для создания РЛП на высоте H_0 над территорией $S_{РЛП H_0}$ определяется выражением [3]

$$N_{СРЛ} = \frac{S_{РЛП H_0}}{S_{СРЛ H_0}} = \frac{S_{РЛП H_0}}{2,6D_0^2}. \quad (3)$$

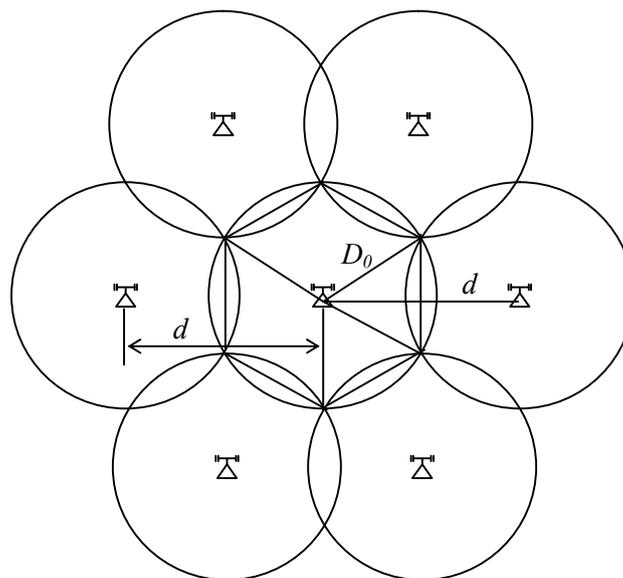


Рис. 2. Схема размещения СРЛ по углам равностороннего треугольника

Именно эти основные положения и были положены в основу методического аппарата построения РЛС КВП, обеспечивающих формирование сплошного РЛП [3, 4]. При этом предполагалось размещение СРЛ БСВ по схеме, приведенной на рис. 2, а СРЛ ОМЦ – по центру треугольников или же по центру сторон треугольников, соединяющих точки нахождения СРЛ БСВ (рис. 3). Первый вариант (рис. 3, а) по соотношению СРЛ БСВ и СРЛ ОМЦ является более экономичным, поскольку обеспечивает меньшее перекрытие зон обнаружения СРЛ, второй вариант (рис. 3, б) – менее экономичный, но обеспечивает большее перекрытие зон обнаружения СРЛ.

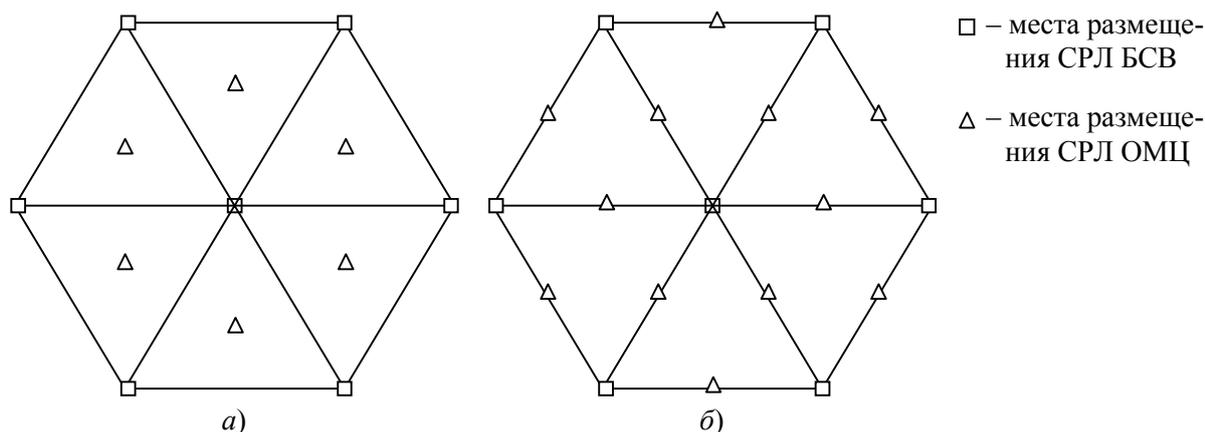


Рис. 3. Схемы размещения СРЛ БСВ и СРЛ ОМЦ

Ранее уже отмечалось [1, 2], что стремление к созданию сплошного РЛП над территорией государства во всем возможном диапазоне высот полета воздушных объектов противоречит экономическим интересам государства. Поэтому в современных условиях целесообразным является формирование очагового или же разрывного РЛП с учетом реального уровня угроз национальным интересам государства в воздушно-космической сфере. При этом рациональными являются комбинированные варианты территориального размещения СРЛ.

Параметры РЛП определяются для воздушных объектов с заданной ЭПР $\sigma_{\text{ц}}$ при фиксированных показателях качества его обнаружения (вероятности правильного обнаружения D и вероятности ложных тревог F). В условиях прерывистости РЛП целесообразно для характеристики его состояния использовать не общепринятые одномерные или же статические параметры [3, 4], а аналогичные им многомерные функции (при дискретном представлении – матрицы), описывающие границы поля и характеризующие:

$R_H(x, y)$ – внешнюю границу РЛП во всем возможном диапазоне высот полета воздушных объектов;

$H_0(x, y)$ – нижнюю границу РЛП;

$H_e(x, y)$ – верхнюю границу РЛП;

$K_{\text{пер}}(x, y, z)$ – перекрытие РЛП в определенных точках пространства;

$D_{\Sigma}(x, y, z)$ – суммарную вероятность обнаружения воздушного объекта в определенных точках пространства.

В данном случае x, y – плоскостные координаты, а z – высота воздушного объекта в системе координат Гаусса-Крюгера.

При оценке зон обнаружения СРЛ методом дискретно-последовательного анализа [5], предполагающим их описание набором сечений в горизонтальной плоскости на ряде постоянных высот полета воздушного объекта относительно подстилающей поверхности (на малых и предельно малых высотах) или уровня моря (на средних и больших высотах), все перечисленные параметры могут быть получены в результате анализа информации о сечениях зон обнаружения всех функционирующих СРЛ системы.

2. Проблемы динамического контроля состояния радиолокационного поля системы контроля воздушного пространства и пути их решения

Существующие подходы к вопросам контроля и оценки параметров РЛП в основном базируются на квазистатическом имитационном моделировании РЛС КВП [6–8]. В рамках этих подходов при оценке параметров РЛП, как правило, учитываются:

статическое пространственное положение источников РЛИ, их номинальные (а не реальные) возможности на конкретных позициях, в том числе с учетом влияния рельефа этих позиций;

предполагаемая статическая или же квазистатическая (опять-таки нереальная) радиоэлектронная обстановка, предполагающая фиксированное положение в пространстве источников радиоэлектронных помех, параметров создаваемых помех или их изменение в соответствии с детерминированными или вероятностными законами.

В отдельных случаях при оценке параметров РЛП учитывается возможное огневое воздействие противника на элементы РЛС КВП.

Недостатком всех известных и реализуемых ныне в системах поддержки принятия решений расчетных и расчетно-экспериментальных методов оценки зон обнаружения СРЛ и формируемых этими средствами РЛП является то, что в рамках данных методов не в полной мере учитываются многие существенные факторы, влияющие на конфигурацию и размеры зон обнаружения входящих в РЛС КВП источников радиолокационной информации:

реальные технические параметры, техническое состояние и режимы работы СРЛ (прежде всего, связанные с обзором пространства и использованием аппаратуры защиты от радиоэлектронных помех);

реальная радиоэлектронная и воздушная обстановка в зонах действия РЛС КВП, условия распространения радиоволн (обусловленные состоянием воздушной среды и метеорологическими условиями) и т. д.

Вследствие вышеизложенного использование в системах поддержки принятия решений расчетных и расчетно-экспериментальных методов оценки зон обнаружения СРЛ при реализации мониторинга состояния РЛП в процессе функционирования РЛС КВП неприемлемо, однако возможно и целесообразно на этапе планирования и подготовки систем к применению в каких-либо конкретных условиях.

Таким образом, *первая проблема* динамического контроля состояния РЛП системы связана с адекватным учетом основных факторов, существенно влияющих на конфигурацию и размеры зон обнаружения СРЛ системы контроля воздушного пространства.

Одним из возможных путей решения данной проблемы является техническая реализация в СРЛ расчетно-экспериментальных методов контроля их зон обнаружения, предполагающих имитационное моделирование на фоне реальной сигнально-помеховой обстановки в процессе функционирования СРЛ [5]. При этом в приемный тракт СРЛ (рис. 4) должны вводиться формируемые в спецвычислителе (СВ) контрольные сигналы (КС), параметры которых определяются индивидуально для каждого элемента разрешения зоны обнаружения СРЛ и учитывают:

местоположение (координаты) элемента разрешения;

параметры (П) основных систем СРЛ (или степень их соответствия нормам технических условий) и режимы его работы;

отражающие (рассеивающие) свойства и основные трассовые характеристики воздушного объекта, для которого моделируется процесс обнаружения;

влияние рельефа местности и подстилающей поверхности на формирование диаграмм направленности передающей и приемной антенн станции и т. д.

Вводимые в приемный тракт СРЛ контрольные сигналы далее обрабатываются на фоне реальной смеси сигналов и помех, а затем подаются в аппаратуру обработки РЛИ, где для каждого элемента разрешения в автоматическом обнаружителе сигналов проверяются условия обнаружения этих сигналов на фоне непреднамеренных и преднамеренных помех. По результатам анализа выполнения данных условий в аппаратуре обработки РЛИ при поступлении синхроимпульсов (СИ) формируется серия нормированных сигналов с соответствующей задержкой по дальности относительно начала нуля дистанции, обеспечивающих отображение на экра-

не индикатора кругового обзора СРЛ внешней границы (горизонтального сечения) зоны обнаружения на заданной высоте полета воздушного объекта.

За один обзор возможно получение динамической информации об одном из сечений зоны обнаружения СРЛ, а за несколько обзоров – о наборе таких сечений на различных высотах, которые будут характеризовать конфигурацию и размеры зоны обнаружения воздушного объекта с заданной ЭПР.

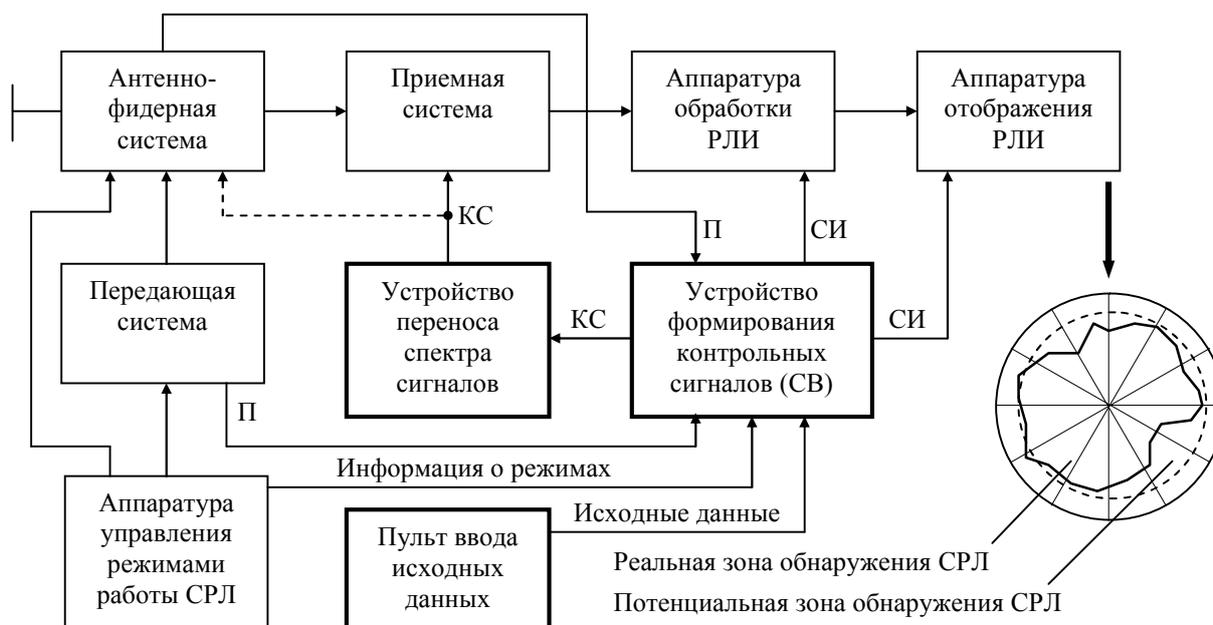


Рис. 4. Вариант технической реализации расчетно-экспериментального метода оценки зоны обнаружения СРЛ

Для адекватности оценки текущего состояния РЛП требуется периодическое (с темпом обзора пространства, реализованным в СРЛ) обновление информации о максимальном количестве горизонтальных сечений зон обнаружения всех СРЛ во всем возможном диапазоне высот полета (от H_{\min} до H_{\max} с шагом ΔH) и по всем типам воздушных объектов (от σ_{\min} до σ_{\max} с шагом $\Delta\sigma$), которые могут осуществлять полет в воздушном пространстве государства. При малых значениях ΔH и $\Delta\sigma$ объем информации о текущем состоянии зон обнаружения СРЛ может оказаться весьма значительным, что потребует существенного повышения производительности как вычислительных комплексов и аппаратуры передачи данных СРЛ, так и аналогичных средств КСА. Однако при существующем уровне развития вычислительных средств повышение их производительности и объема памяти не представляет значительных трудностей.

Основным ограничивающим фактором в этих условиях является пропускная способность существующих каналов связи между СРЛ и КСА, а также между КСА различных уровней иерархии РЛС КВП. Собственно говоря, именно этим фактором ограничивается объем информации о воздушных объектах, передаваемой в системе на вышестоящие пункты управления. Конечно, возможно распараллеливание каналов передачи информации, выделение специальных каналов связи для передачи информации о текущем состоянии зон обнаружения СРЛ и РЛП элементов системы. Кроме того, возможно уплотнение существующих каналов передачи информации за счет совмещения в составе единых кодограмм радиолокационной информации и информации о состоянии зон обнаружения СРЛ. Однако даже при реализации таких мер будут существовать вполне объективные ограничения на объем информации о состоянии зон обнаружения СРЛ, который может транслироваться на пункты управления РЛС КВП.

Таким образом, **вторая проблема** динамического контроля состояния РЛП системы связана с объективными ограничениями в каналах выдачи информации и, соответственно, определением рационального объема информации о зонах обнаружения СРЛ, который должен пере-

даваться со станций на КСА различных уровней для последующего отображения на автоматизированных рабочих местах (АРМ) этих комплексов информации о текущем состоянии РЛП.

Возможными путями разрешения данной проблемы являются: введение определенных ограничений на состав выдаваемых данных о текущем состоянии и единых требований к этим данным для всех уровней иерархии РЛС КВП, адаптация дискретности выдачи информации о состоянии зон обнаружения СРЛ к условиям функционирования станций.

Во-первых, можно ограничить требуемый для оценки зон обнаружения СРЛ набор их сечений для высот полета и типов воздушных объектов. При этом для малых и предельно малых высот полета воздушных объектов (50, 100, 500 и 1 000 м) целесообразно выдавать оценки зон обнаружения СРЛ по воздушным объектам с ЭПР 0,01, 0,1, 1, 10 м², а для средних и больших высот (5 000, 10 000, 30 000 м) – только по воздушным объектам с ЭПР 1 м², поскольку остальные требуемые сечения зон обнаружения СРЛ с приемлемой точностью могут быть построены на основе этих известных сечений.

Во-вторых, можно реализовать адаптивную выдачу информации о состоянии зон обнаружения СРЛ в зависимости от загрузки каналов связи и изменения параметров зон обнаружения. При включении СРЛ, когда каналы связи еще не загружены или же ограниченно загружены радиолокационной информацией, целесообразна выдача максимальной информации о зоне обнаружения СРЛ. В дальнейшем в процессе функционирования СРЛ обновление информации о зоне обнаружения СРЛ целесообразно, если в силу всех влияющих факторов отклонения ее основных параметров, усредненных по множеству сечений, превысят некоторые пороговые значения. В качестве показателя целесообразности обновления информации (ЦОИ) о зоне обнаружения СРЛ предлагается использовать коэффициент $K_{цои\ СРЛ}$, определяемый выражением

$$K_{цои\ СРЛ} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \beta_j \frac{|S_j - S_{jucx}|}{S_{jucx}}, \quad (4)$$

где m – количество анализируемых горизонтальных сечений зоны обнаружения СРЛ;

S_j – текущее значение площади j -го сечения зоны обнаружения СРЛ;

S_{jucx} – исходное значение площади j -го сечения зоны обнаружения СРЛ;

β_j – коэффициент важности j -го сечения зоны обнаружения СРЛ ($\sum_{j=1}^m \beta_j = 1$).

При этом в качестве критерия целесообразности обновления информации о зоне обнаружения СРЛ предлагается рассматривать превышение коэффициентом $K_{цои\ СРЛ}$ некоторого порогового значения, например 0,05 ($K_{цои\ СРЛ} > 0,05$).

Кроме того, однозначно должно осуществляться обновление информации о зонах обнаружения СРЛ при изменении основных режимов работы, связанных с обзором пространства и использованием аппаратуры защиты от радиозлектронных помех, а при выключении СРЛ должно немедленно передаваться сообщение о данном факте.

Аналогичные показатели и критерии целесообразности обновления информации о радиолокационном поле, формируемом группой СРЛ, можно использовать и для КСА различных уровней иерархии ЕС КВП. При этом обязательно должно осуществляться обновление информации при дополнительном включении в работу или же, наоборот, при выключении каких-либо источников РЛИ, подключенных к КСА.

Третья проблема динамического контроля и оценки состояния РЛП системы связана с объединением информации о текущем состоянии зон обнаружения всех включенных СРЛ, формированием и отображением на экранах АРМ КСА обобщенной информации о текущем состоянии РЛП системы.

Эта проблема легко разрешима при достаточной производительности вычислительных комплексов и соответствующих объемах модулей памяти КСА, обеспечение которых при существующем уровне развития вычислительных средств не представляет трудностей. Главными условиями разрешения данной проблемы являются единые форматы представления информа-

ции о зонах обнаружения включенных СРЛ и обобщенной информации о текущем состоянии РЛП на соответствующих уровнях иерархии системы.

Реализация самих процедур обобщения информации о зонах обнаружения включенных СРЛ, как правило, трудностей не вызывает. Например, если в основу этих процедур положен метод дискретно-последовательного анализа, то обобщенная информация о любом из горизонтальных сечений локального РЛП, формируемого группой СРЛ, или же суммарного РЛП системы может быть получена достаточно просто (рис. 5).

При этом для каждого элемента разрешения (дискрета) j -го горизонтального сечения РЛП проверяется условие обнаружения воздушного объекта $A_j(x,y)$:

$$A_j(x, y) = \max \{A_{ji}(x, y) \mid i = \overline{1, n}\}, \quad (5)$$

где $A_{ji}(x,y) \in \{0, 1\}$ – условие обнаружения воздушного объекта i -м источником РЛИ в текущей точке j -го горизонтального сечения пространства с плоскостными координатами (x,y) .

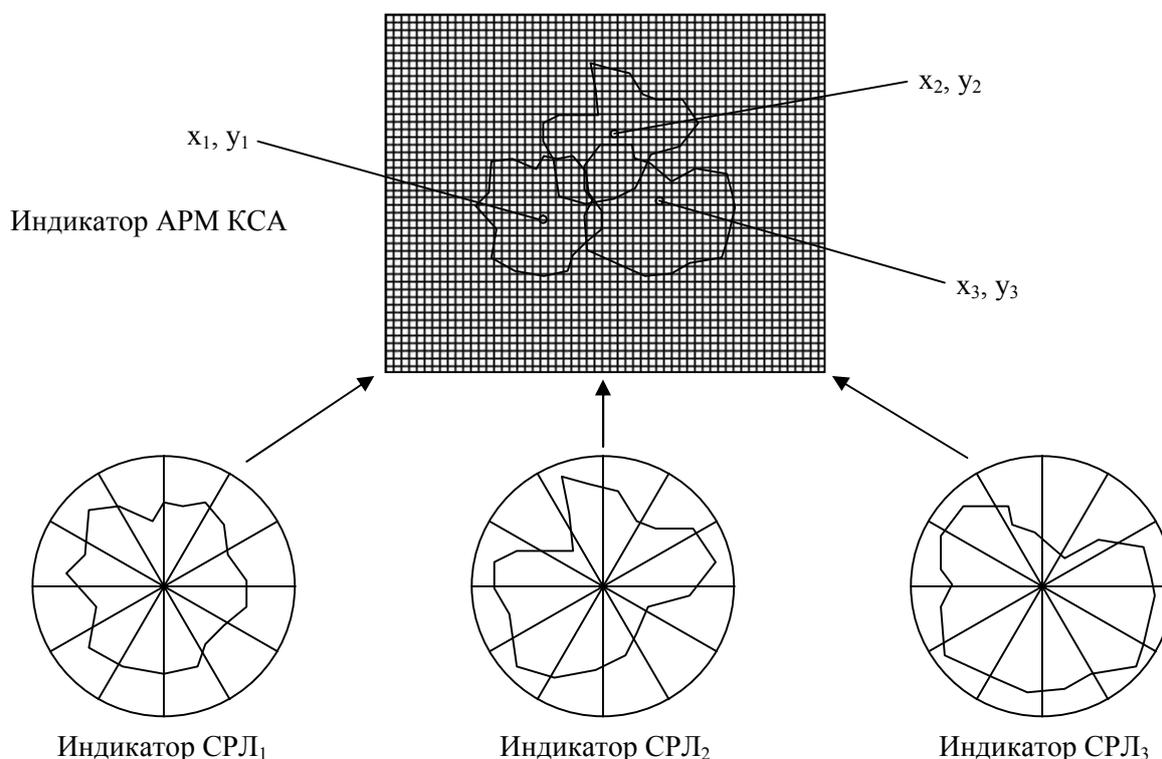


Рис. 5. Пояснение принципа объединения информации от нескольких источников и формирования обобщенной информации о горизонтальном сечении РЛП на основе метода дискретно-последовательного анализа

На основе элементов разрешения, для которых выполняется условие обнаружения воздушного объекта $A_j(x,y)$, для отображения на экранах АРМ КСА могут выводиться либо площадные графические объекты, характеризующие горизонтальное сечение РЛП на заданной высоте, либо внешняя граница этих площадных объектов. Подсчет элементов разрешения в сечении, для которых выполняется условие обнаружения воздушного объекта $A_j(x,y)$, при известной площади элемента разрешения дает текущее значение площади j -го горизонтального сечения РЛП на заданной высоте S_j .

При достаточно малом шаге горизонтальных сечений зон обнаружения СРЛ на основе анализа их совокупности возможен расчет и других показателей текущего состояния РЛП системы. При этом элементы матриц – показателей текущего состояния РЛП системы – формируются в соответствии со следующими правилами:

- а) для матрицы $H_0(x,y)$, характеризующей нижнюю границу РЛП,

$$H_0(x, y) = \min \{H_j(x, y) \mid A_j(x, y) = 1, j = \overline{1, m}\}; \quad (6)$$

б) для матрицы $H_e(x, y)$, характеризующей верхнюю границу РЛП,

$$H_e(x, y) = \max \{H_j(x, y) \mid A_j(x, y) = 1, j = \overline{1, m}\}; \quad (7)$$

в) для матрицы $K_{nep}(x, y, z)$, характеризующей перекрытие РЛП в определенных точках пространства,

$$K_{nep}(x, y, z) = \sum_{i=1}^n A_{ji}(x, y, z); \quad (8)$$

г) для матрицы $D_\Sigma(x, y, z)$, характеризующей суммарную вероятность обнаружения воздушного объекта в определенных точках пространства,

$$D_\Sigma(x, y, z) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - D_{ij}(x, y, z)], \quad (9)$$

где $H_j(x, y)$ – значение высоты j -го горизонтального сечения РЛП для текущих плоскостных координат (x, y) ;

$A_j(x, y)$ – результат выполнения условия обнаружения воздушного объекта в элементе разрешения j -го горизонтального сечения РЛП с плоскостными координатами (x, y) ;

$A_{ji}(x, y, z)$ – результат выполнения условия обнаружения воздушного объекта i -м источником РЛП в элементе разрешения j -го горизонтального сечения РЛП с координатами (x, y, z) ;

$D_{ij}(x, y, z)$ – вероятность обнаружения воздушного объекта i -м источником РЛП в элементе разрешения j -го горизонтального сечения РЛП с координатами (x, y, z) .

В качестве основного (интегрального) показателя текущего состояния РЛП, характеризующего эффективность построения РЛС КВП, предлагается рассматривать $K_{РЛП}$ – коэффициент соответствия реальных параметров РЛП, формируемого радиолокационными средствами системы, требуемым параметрам с учетом условий ее функционирования [1, 2].

Оценку показателя текущего состояния РЛП предлагается осуществлять в соответствии с выражением [1, 2]

$$K_{РЛП} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \sum_{j=1}^m \beta_{ij} \frac{S_{РЛПij}}{S_{РЛПijmp}}, \quad (10)$$

где $S_{РЛПij}$, $S_{РЛПijmp}$ – соответственно реальная и требуемая площадь j -го сечения РЛП в i -й пространственной зоне радиолокационного контроля;

α_i – коэффициент важности i -й пространственной зоны радиолокационного контроля;

β_{ij} – коэффициент важности j -го сечения i -й пространственной зоны радиолокационного контроля.

Следует отметить, что величина, обратная $K_{РЛП}$, будет характеризовать меру риска реализации угроз в воздушно-космической сфере, связанную с возможным отсутствием радиолокационного контроля в некоторых областях воздушного пространства. При этом чем меньше будет эта величина, тем меньше риск бесконтрольного несанкционированного использования воздушного пространства государства в мирное время, а в случае вооруженного конфликта – несвоевременного обнаружения или же пропуска воздушного противника; следовательно, меньше величина риска нанесения ущерба национальным интересам государства.

Заключение

Предложенные подходы позволяют реализовать динамический контроль состояния РЛП интегрированной РЛС КВП государства в процессе ее функционирования. Формируемый при этом информационный ресурс может использоваться в качестве информационной основы для реализации другой базовой задачи мониторинга состояния РЛП системы контроля воздушного пространства – управления состоянием РЛП системы в реальном масштабе времени на основе ее реконфигурирования в соответствии с реальным уровнем угроз национальным интересам государства в воздушно-космической сфере.

Список литературы

1. Петьков А.А. Поддержка принятия решений при построении системы контроля воздушного пространства государства // Информатика. – 2004. – № 1. – С. 72-81.
2. Петьков А.А. Методологические аспекты построения рациональной радиолокационной системы разведки (контроля) воздушного пространства государства // Вестник Военной академии Республики Беларусь. – 2004. – № 1. – С. 47-56.
3. Буров Н.И. Маловысотная радиолокация. – М.: Воениздат, 1977. – 128 с.
4. Тактика войск ПВО. Ч. IV. Тактика радиотехнических войск. Вопросы теории. – М.: Воениздат, 1980. – 128 с.
5. Петьков А.А., Рыбак Ю.М. Боевое применение средств радиолокации радиотехнических войск: Уч. пособие. – Мн.: ВА РБ, 1999. – 295 с.
6. Булойчик В.М. Военно-прикладные вопросы математического моделирования. Ч. I. Математические методы, используемые при разработке моделей для принятия решений. – Мн.: ВА РБ, 2000. – 180 с.
7. Булойчик В.М. Проблемы разработки математического и программного обеспечения для систем моделирования боевых действий подразделений, частей и соединений ПВО // Наука и военная безопасность. – 2003. – №1. – С. 58-61.
8. Саушкин В.П. Комплекс штабных математических моделей боевого применения радиотехнических войск // Военная мысль. – 2003. – № 6. – С. 48-51.

Поступила 10.04.04

*Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь,
Минск, Калиновского, 4
e-mail: niivs@it.org.by*

A.A. Petkov

DYNAMIC ESTIMATION OF RADAR FIELD CONDITION OF AN AIRSPACE MONITORING SYSTEM

One of the base tasks of radar field condition monitoring of airspace monitoring system is considered. For adopted principles of airspace monitoring system construction the main parameters of radar field requiring the periodic control in conditions of its intermittence are determined. The main problems of radar field dynamic control condition are formulated and the ways of their solution are suggested.