

УДК 621.396.019.4:37.029

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КАТЕГОРИЙ ПОЛОС РАДИОЧАСТОТ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ТРЧ

Печатается в порядке обсуждения

В.С. Якименко, зам. начальника отдела ФГНИИЦ РЭБ ОЭСЗ, к.т.н.

Введение. Одной из важных особенностей современного использования РЧС является большое разнообразие новых информационных радиотехнологий преимущественно гражданского применения, планируемых для внедрения на территории страны. В качестве эффективной меры, направленной на создание благоприятных условий для их развития, рассматривается изменение категорий полос частот в Таблице распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации (далее ТРЧ) [1–3]. Считается, что изменение категорий полос с ПР (преимущественного использования РЭС, предназначенных для нужд государственного управления) на ГР (преимущественного использования РЭС гражданского назначения) или на СИ (совместного использования РЭС любого назначения), с СИ на ГР позволит снизить издержки, связанные с предоставлением права на использование РЧС РЭС новых радиотехнологий, а также обеспечить более эффективную защиту действующих РЭС гражданского назначения от непреднамеренных помех. Однако при изменении категорий полос частот могут усложниться условия функционирования РЭС, предназначенных для нужд государственного управления. Актуальным является разработка методического обеспечения для оценки целесообразности изменения категорий полос частот в национальной ТРЧ, основанного на количественном учете интересов РЭС как гражданского назначения, так и государственного управления. Первым шагом в этом направлении явилось обоснование в [4] принципов, показателей и критериев, предлагаемых для решения этой задачи.

Изменение категорий полос частот затрагивает интересы двух основных сторон, участвующих в процессе использования РЧС. К одной стороне, которую условно назовем стороной А, могут быть отнесены РЭС, используемые для нужд государственного управления, их владельцы и радиочастотные органы (РЧО) Минобороны России и Федеральной службы охраны (ФСО), других силовых ведомств. Вторую сторону (сторону В) составляют РЭС гражданского назна-

чения, а также их владельцы и РЧО гражданской подсистемы управления использованием РЧС.

В соответствии с действующими нормативно-правовыми документами [5–7] возможности использования РЧС РЭС обеспечиваются путем выделения полос радиочастот типам РЭС и присвоения (назначения) частот радиоэлектронным средствам. При этом основные издержки каждой из сторон приходятся на этап присвоения частот РЭС. Обусловлено это как существенно большим числом заявок на присвоение (назначение) частот РЭС по сравнению с числом радиочастотных заявок (РЧЗ) на выделение полос частот типам РЭС, так и проведением более тщательных и трудоемких расчетов по оценке возможности совместной работы новых и действующих РЭС при присвоении им частот.

В соответствии с принципом возможного введения в различных регионах страны различных категорий для одной и той же полосы частот оценку целесообразности изменения категории полос частот предложено осуществлять применительно к отдельным локальным территориальным районам [4].

В качестве критериев целесообразности принятия решений рекомендованы [4]:

- не превышение допустимого уровня ($\Delta I_{\text{длоп}}$) приращением издержек стороны А, связанных с предоставлением права на использование РЧС РЭС различного назначения и использованием РЧС РЭС государственного управления:

$$\Delta I_A = I_{\text{Анов}} - I_{\text{Аисх}} \leq \Delta I_{\text{длоп}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{Аисх}}$, $I_{\text{Анов}}$ — издержки стороны А, связанные с предоставлением права на использование РЧС РЭС различного назначения и использованием РЧС РЭС государственного управления при исходной категории рассматриваемой полосы частот и при планируемом ее изменении соответственно;

- превышение величины снижения суммарных издержек, связанных с предоставлением права на использование и использованием РЧС РЭС государственного управления и гражданского

назначения (ΔG), допустимого уровня ($G_{\text{доп}}$):

$$\Delta G = G_{\text{исх}} - G_{\text{нов}} \geq G_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где $G_{\text{исх}}$, $G_{\text{нов}}$ — суммарные издержки сторон А и В, связанные с предоставлением права на использование и использованием РЧС РЭС государственного управления и гражданского назначения, при исходной категории рассматриваемой полосы частот и при планируемом ее изменении соответственно.

При определении величины полосы частот, категорию которой целесообразно изменить, критерием принятия решений является минимум суммы издержек сторон ($G_{\text{мин}}$) [4].

Реализация формализованных методов оценки целесообразности изменения категорий полос частот предполагает разработку специальной методики для количественного определения издержек сторон, связанных с предоставлением права на использование и использованием полос частот различных категорий РЭС государственного управления и гражданского назначения. **В настоящей статье предложена такая методика.**

Основные положения методики. При разработке методики использовался принцип однозначности, предполагающий существование условий, при которых категория полосы частот и принадлежность РЭС к средствам государственного управления или к РЭС гражданского назначения однозначно определяет условия доступа и использования ими РЧС [4]. В рамках реализации указанного принципа предполагалось, что на этапе присвоения (назначения) частот РЭС государственного управления и гражданского назначения будут действовать такие же правила согласования возможностей использования РЧС, какие установлены для этапа выделения полос частот типам РЭС [6]. С учетом этого были приняты следующие допущения:

- в полосах категорий СИ и ГР заявки на присвоение частот РЭС государственного управления должны проходить процедуру согласования с РЧО гражданской подсистемы, а в полосе категории ПР эти заявки не согласуются;

• в полосах категорий ПР и СИ заявки на присвоение частот РЭС гражданского назначения должны проходить процедуру согласования с РЧО Минобороны России (ФСО), а в полосах категории ГР эти заявки с ФСО не согласуются;

• в полосах категории ПР меры по обеспечению ЭМС заявляемого РЭС государственного управления и РЭС гражданского назначения предпринимаются РЧО гражданской подсистемы, а в полосах категории СИ — стороной, от которой заявка на присвоение частоты РЭС была подана позже;

• участки спектра категории ГР РЭС государственного управления не используются, так как для них будет отсутствовать возможность обеспечения защиты от непреднамеренных помех новых РЭС гражданского назначения из-за отсутствия процедуры согласования заявок на присвоение частот последним с ФСО.

Кроме того, было использовано допущение, что новые РЭС гражданского назначения, планируемые для работы в рассматриваемой полосе частот, по своим техническим характеристикам идентичны и могут быть представлены типовым радиоэлектронным средством. Аналогичное допущение применяется и в отношении новых РЭС государственного управления.

Методика состоит в имитационном моделировании процедур подготовки и экспертизы заявок на присвоение частот заданному числу новых РЭС гражданского назначения и РЭС государ-

ственного управления, размещаемых в заданном локальном территориальном районе, процедур поиска мер обеспечения их ЭМС с действующими РЭС и оценке сопряженных с этим издержек для каждой из сторон при исходной и новой категории рассматриваемой полосы частот. Важнейшим моментом при решении рассматриваемой задачи является предварительное определение типов и значений издержек, которые будут нести стороны в процессе освоения рассматриваемой полосы частот. Перечень указанных типовых издержек сторон $\{A\}$, $\{B\}$, полученный на основе анализа сложившейся технологии присвоения частот РЭС, приведен в таблице [4].

Перечисленные типовые издержки, связанные с осуществлением отдельных процедур, имеют различный характер, что затрудняет выбор единой метрической шкалы для их оценки. Однако для решения рассматриваемой задачи достаточно использовать не абсолютные величины этих издержек, а относительные их оценки. Относительные оценки издержек сторон могут быть получены экспертными методами, широко применяемыми при решении трудно формализуемых задач. При этом последовательно должны быть решены две задачи: получение количественных оценок от экспертов и формирование на их основе результирующих оценок издержек. Для получения численных оценок указанных издержек от экспертов предлагается использовать метод Черчмена—Акофа, предусматриваю-

щий предварительное ранжирование каждым экспертом издержек различных типов по величине с образованием ряда по их убыванию и последующую корректировку оценок [8]. Получение результирующих оценок издержек на основе данных экспертов состоит в определении медианы Кемени для метризованных ранжирований. Медиана Кемени представляет собой ранжирование, наиболее близко расположенное к ранжированиям экспертов.

Структурная схема разработанной методики приведена на рис. 1. Назначение приведенных на ней модулей состоит в следующем.

Модуль 1 предназначен для ввода исходных данных. К основным исходным данным относятся:

- размеры и категория рассматриваемой полосы частот (ΔF_0 , $K_{\text{исх}}$);
- размеры локального территориального района ($A \times A$);
- наименование новой категории рассматриваемой полосы;
- прогнозируемое число новых РЭС государственного управления (N_a) и гражданского назначения (N_b);
- значения типовых издержек сторон $\{I_{A1}\}$, $\{I_{B1}\}$;
- данные о загрузке рассматриваемой полосы частот действующими РЭС: государственного управления по отношению к типовому новому РЭС государственного управления $Z_A(x, y)_a$ и новому РЭС гражданского назначения $Z_A(x, y)_b$; гражданского назначения по отношению к типовому новому РЭС государственного управления $Z_B(x, y)_a$ и

Таблица

Типы издержек стороны A	Типы издержек стороны B
A_1 — издержки, связанные с подготовкой заявки на присвоение частот для РЭС стороны A	B_1 — издержки, связанные с подготовкой заявки на присвоение частот для РЭС стороны B
A_2 — издержки, связанные с оценкой ЭМС заявляемого (нового) РЭС стороны A с действующими РЭС стороны A	B_2 — издержки, связанные с оценкой ЭМС заявляемого РЭС стороны B с действующими РЭС стороны B
A_3 — издержки, связанные с поиском рабочей частоты для заявляемого РЭС стороны A при отсутствии его ЭМС с действующими РЭС	B_3 — издержки, связанные с поиском рабочей частоты для заявляемого РЭС стороны B при отсутствии его ЭМС с действующими РЭС
A_4 — издержки, связанные с корректировкой (переоформлением) заявки на присвоение частот РЭС стороны A из-за отсутствия ЭМС с действующими РЭС	B_4 — издержки, связанные с корректировкой (переоформлением) заявки на присвоение частот РЭС стороны B из-за отсутствия ЭМС с действующими РЭС
A_5 — издержки, связанные с отправкой заявки на присвоение частот РЭС стороны A на экспертизу в РЧО стороны B и ожиданием заключения	B_5 — издержки, связанные с отправкой заявки на присвоение частот РЭС стороны B на экспертизу в РЧО стороны A и ожиданием заключения
A_6 — издержки, связанные с оценкой ЭМС заявляемого РЭС стороны B с действующими РЭС стороны A	B_6 — издержки, связанные с оценкой ЭМС заявляемого РЭС стороны A с действующими РЭС стороны B
A_7 — издержки, связанные с отказом в присвоении частоты заявляемому РЭС стороны A	B_7 — издержки, связанные с отказом в присвоении частоты заявляемому РЭС стороны B
A_8 — издержки, связанные с высвобождением полосы частот от РЭС государственного управления	B_8 — издержки, обусловленные созданием помех действующим РЭС стороны B новыми РЭС стороны A

новому РЭС гражданского назначения $Z_B(x,y)_g$;

- данные о загрузке рассматриваемой полосы частот совместно действующими РЭС государственного управления и гражданского назначения по отношению к типовым новым РЭС государственного управления $Z_{AB}(x,y)_a$ и гражданского назначения $Z_{AB}(x,y)_g$;

- закон размещения в территориальном районе новых РЭС государственного управления $W_a(x,y)$ и гражданского назначения $W_g(x,y)$;

- вклад в загрузку РЧС, вносимый новым типовым РЭС: гражданского назначения относительно аналогичного типового РЭС гражданского назначения $\Delta Z_a(x,y)_g$ и нового типового РЭС государственного управления $\Delta Z_a(x,y)_a$; государственного управления относительно аналогичного типового РЭС государственного управления $\Delta Z_a(x,y)_a$ и нового РЭС гражданского назначения $\Delta Z_a(x,y)_g$.

При этом данные о загрузке РЧС и вкладе в загрузку спектра, представляющие собой отношения загруженной, недоступной для использования новым типовым РЭС полосы частот ΔF_z к рассматриваемой полосе ΔF_0 при размещении соответствующего типового РЭС в точке с координатами (x, y) , должны быть получены с помощью методики, основанной на применении прямого метода оценки загрузки [9, 10]. Указанный метод основан на зондировании пространственно-частотного ресурса и проверке условий обеспечения ЭМС типового РЭС с действующими средствами.

В модуле 2 проводится розыгрыш ведомственной принадлежности очередного нового РЭС, которому необходимо присвоить частоту. Розыгрыш осуществляется по случайному закону с соблюдением пропорций в прогнозируемом числе новых РЭС (N_a, N_g).

Модули 4, 5 предназначены для имитации размещения в локальном территориальном районе новых РЭС государственного управления и гражданского назначения соответственно. Определение координат указанных РЭС осуществляется согласно заданным распределениям $W_a(x,y)$ и $W_g(x,y)$.

В модулях 6, 7 осуществляется задание (в цикле) размеров части рассматриваемой полосы частот ΔF_0 , категория которой меняется на новую. Кроме того, выполняется имитация выбора для нового РЭС категории участка рассматриваемой полосы, в который первоначально будет подаваться заявка на присвоение частоты. Для РЭС гражданского назначения

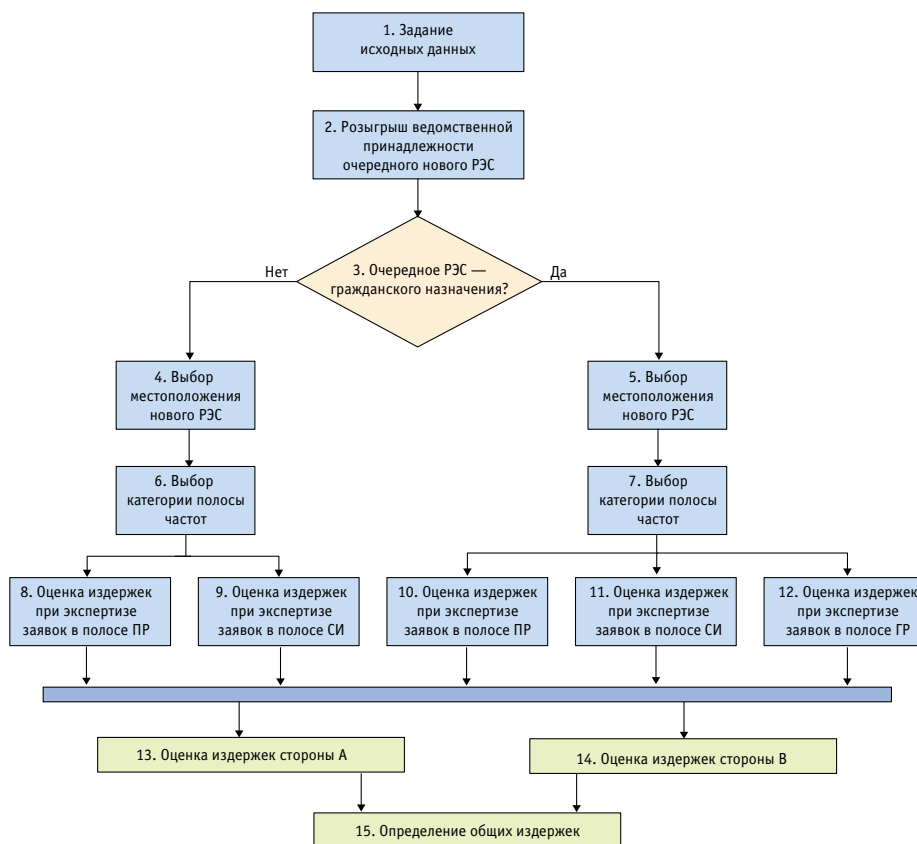


Рис. 1

при наличии в пределах рассматриваемой полосы частот участка категории ГР ($\Delta F_{ГР}$) заявка первоначально подается в этот участок. При отсутствии такого участка и наличии участка категории СИ заявка подается в участок категории СИ ($\Delta F_{СИ}$). Если рассматриваемая полоса частот ΔF_0 имеет категорию ПР, то для исходного варианта, когда не введены участки спектра категорий ГР и СИ, заявка подается в полосу категории ПР.

Реализация указанных правил выбора категории участка спектра для первоначальной подачи заявки на присвоение частот РЭС гражданского назначения обусловлена следующим. С введением в рассматриваемой полосе участков спектра категорий ГР или СИ (при изначальной категории рассматриваемой полосы ПР) или участков категории ГР (при изначальной категории полосы частот СИ) создаются благоприятные возможности для использования спектра РЭС гражданского назначения. Логично, что эти условия будут использованы для РЭС гражданского назначения в полной мере. Для РЭС государственного управления с целью предотвращения процедуры согласования с РЧО гражданской подсистемы предусмотрена первоначальная подача заявок в участки спектра категории ПР. При отсутствии такового и наличии участка ка-

тегории СИ заявка подается в участок категории СИ.

В модулях 8, 9 осуществляется моделирование процессов подготовки и экспертизы заявок на присвоение частот новым РЭС государственного управления в участках спектра категорий ПР и СИ соответственно, подсчет числа проводимых при этом элементарных процедур (по оценке ЭМС, поиску приемлемых частот, отправке заявок в другую подсистему управления РЧС и др.) и оценка сопряженных с этим издержек сторон А и В.

Модули 10, 11, 12 предназначены для моделирования процессов подготовки и экспертизы заявок на присвоение частот новым РЭС гражданского назначения в участках спектра категорий ГР, СИ, ПР соответственно, подсчета числа осуществляемых при этом элементарных процедур.

Для раскрытия содержания модулей 8–12 на рис. 2 приведена структурная схема модуля 11, как наиболее полно представляющего перечень выполняемых процедур. Основные процедуры, реализуемые в модуле: оценка ЭМС новых РЭС с действующими средствами; поиск приемлемых по условиям ЭМС частот для РЭС (если условия ЭМС при использовании новым РЭС заявленной частоты не выполняются); определение

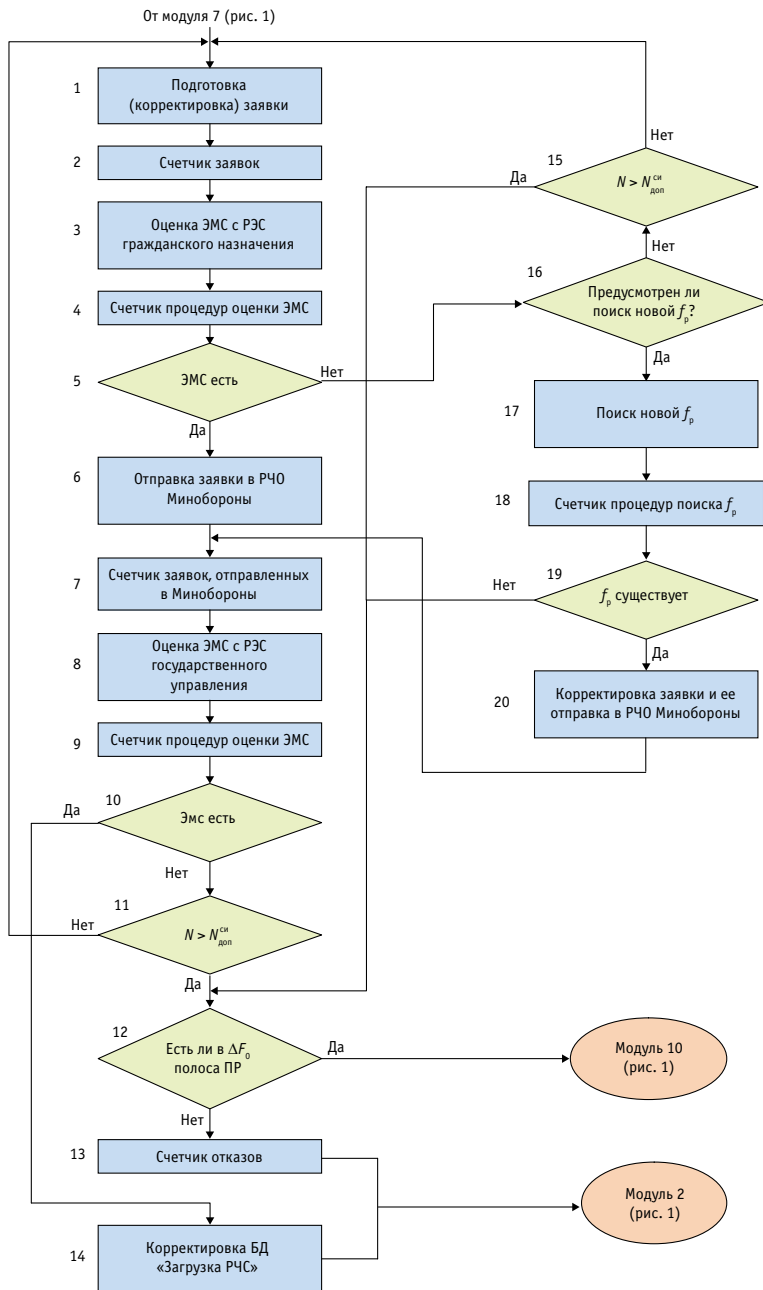


Рис. 2

остающихся резервов спектра после присвоения частоты новым РЭС. Указанные процедуры реализуются также в модулях 8–12 (см. рис. 1) и основаны на использовании данных о загрузке рассматриваемой полосы частот.

В рассматриваемом модуле моделирование процессов оценки ЭМС нового РЭС с действующими средствами гражданского назначения (блоки 3, 5, рис.2) и действующими РЭС государственного управления (блоки 8, 10) осуществляется путем розыгрыша принадлежности частоты заявляемого РЭС загруженному участку спектра. С этой целью для точки размещения нового РЭС (x_i, y_i) из соответствующих баз данных определяются значения показателя загрузки

ки $Z_B(x_i, y_i)_a$ и $Z_A(x_i, y_i)_a$. При попадании случайной величины в интервал от 0 до $Z_B(x_i, y_i)_a$ или от 0 до $Z_A(x_i, y_i)_a$ принимается, что при работе на выбранной частоте заявляемое РЭС будет несовместимо со средствами гражданского назначения или государственного управления соответственно. В противном случае принимается решение о совместимости РЭС.

При моделировании поиска частоты для заявляемого РЭС, приемлемой по условиям ЭМС с действующими РЭС (блоки 17, 19), используется допущение, что если такая частота существует, то она будет найдена. Условие наличия указанной частоты — не превышение значением соответствующего показателя загрузки рассматриваемого участка

спектра в точке размещения нового РЭС (x_i, y_i) единицы или заданной, близкой к единице величины Z_3 :

$$Z_B(x_i, y_i)_a < 1; Z_B(x_i, y_i)_a < Z_3.$$

Моделирование процедуры поиска частоты для нового РЭС, приемлемой по условиям ЭМС, состоит в организации запроса к базе данных о загрузке РЧС, образуемой РЭС гражданского назначения в рассматриваемом участке спектра, и сравнении значения показателя загрузки в точке размещения нового РЭС с единицей или заданным значением.

Принятие решений о возможности присвоения частот заявляемым РЭС приводит к снижению резервов РЧС для следующих новых РЭС гражданского назначения и государственного управления. Для учета этого фактора предусмотрена процедура корректировки баз данных о загрузке РЧС (блок 14). После присвоения частоты новому РЭС гражданского назначения указанная корректировка осуществляется в соответствии с выражениями:

$$Z_B(x, y)_a = Z_B(x, y)_a + \Delta Z_a(x, y / x_i, y_i)_a;$$

$$Z_B(x, y)_a = Z_B(x, y)_a + \Delta Z_a(x, y / x_i, y_i)_a;$$

$$Z_{AB}(x, y)_a = Z_{AB}(x, y)_a + \Delta Z_a(x, y / x_i, y_i)_a;$$

$$Z_{AB}(x, y)_a = Z_{AB}(x, y)_a + \Delta Z_a(x, y / x_i, y_i)_a,$$

где $Z_B(x, y)_a, Z_B(x, y)_a$ — новые, скорректированные на данном шаге данные о загрузке рассматриваемого участка РЧС гражданского назначения по отношению к следующим новым типовым тестовым РЭС гражданского назначения и РЭС государственного управления соответственно;

$Z_{AB}(x, y)_a, Z_{AB}(x, y)_a$ — новые, скорректированные на данном шаге данные о загрузке рассматриваемого участка РЧС совместно действующими РЭС государственного управления и гражданского назначения по отношению к следующим новым типовым тестовым РЭС гражданского назначения и РЭС государственного управления соответственно;

$\Delta Z_a(x, y / x_i, y_i)_a, \Delta Z_a(x, y / x_i, y_i)_a$ — вклад в загрузку РЧС, вносимый заявляемым РЭС гражданского назначения при его размещении в точке с координатами (x_i, y_i) относительно аналогичного типового РЭС гражданского назначения и нового типового РЭС государственного управления соответственно.

Определение новых, скорректированных данных о загрузке с помощью указанных выражений предусматривает получение гарантированных результатов. Действительно, не доступная для использования для следующего нового

РЭС полоса частот при размещении его в точке с координатами (x, y) определяется в данном случае как сумма полос частот, «запрещаемых» ему для использования действующими средствами и средством, которому на предыдущем шаге присвоена частота. При суммировании указанных полос предполагается, что указанные полосы не пересекаются. В действительности данные полосы могут пересекаться и общая запрещаемая полоса частот для следующего нового средства может оказаться несколько ниже.

В рассматриваемом модуле также реализована процедура подачи повторных заявок (блоки 1, 11, 15) для случаев, когда по текущей заявке из-за невыполнения условий ЭМС принято отрицательное решение, а поиск приемлемой частоты для нового РЭС по условиям ЭМС с действующими РЭС в ходе экспертизы не предусмотрен.

Выходными данными модулей 8–12 (рис. 1) является число сопряженных с издержками элементарных процедур каждого типа, осуществленных сторонами в процессе присвоения частот заданному числу новых РЭС государственного управления и гражданского назначения.

Модули 13, 14 (рис. 1) предназначены для оценки издержек, которые понесет каждая из сторон при освоении рассматриваемой полосы частот заданным числом РЭС государственного управления (N_g) и гражданского назначения N_c . На основе выходных данных модулей 8–12, а также данных об относительной величине типовых издержек $\{I_{Ai}\}$, $\{I_{Bi}\}$ определяются искомые издержки сторон:

$$I_A = \sum_{j=1}^9 m_{jA} I_{Aj}; \quad I_B = \sum_{i=1}^8 m_{iB} I_{Bi},$$

где m_{jA} , m_{iB} — число процедур j -го ($j = 1, \dots, 9$) и i -го ($i = 1, \dots, 8$) типов, осуществленных сторонами A и B в процессе присвоения частот РЭС.

В модуле 15 с использованием данных об издержках I_A и I_B , полученных для исходной категории рассматриваемой полосы частот и при реализации планируемого ее изменения, по формулам (1), (2) определяются приращение издержек ΔI_A и величина снижения суммарных издержек ΔG .

Полученные показатели ΔI_A , ΔG позволяют оценить целесообразность изменения категории рассматриваемой полосы частот применительно к данному территориальному району. Решение об изменении категории полосы частот в национальной ТРЧ, распространяемое

на всю территорию Российской Федерации, должно приниматься по результатам определения указанных показателей для всех районов страны или достаточно представительной их выборки.

Обоснование указанного решения возможно с использованием методов решения многокритериальных задач. При этом должны быть выбраны принцип скаляризации значений показателей целесообразности, полученных для различных районов страны, а также критерий принятия решений. Так, при использовании принципа получения гарантированного результата решение о приемлемости планируемого изменения категории полосы частот могло бы быть принято при выполнении неравенства (1) для каждого из районов страны. Неравенство (2) должно выполняться при рассмотрении в качестве параметров $G_{\text{исх}}$, $G_{\text{нов}}$ суммарных по числу рассматриваемых районов страны издержек сторон A и B . При возможности задания ме-

нее жестких требований неравенство (1) может выполняться для определенной, заданной части районов страны.

Апробация методики. Результаты апробации методики иллюстрируют графические зависимости, приведенные на рис. 3. Рассмотрен случай, когда рассматриваемая полоса частот ΔF_0 в исходном состоянии имеет категорию ПР. В части данной полосы частот (10% от ΔF_0) категория изменена на категорию СИ. Категория оставшейся части полосы пошагово изменяется на ГР. Относительная величина рассматриваемой полосы частот, категория которой изменяется на ГР, отложена по оси абсцисс.

Задание значений типовых издержек сторон $\{A_j\}$, $\{B_i\}$ осуществлялось следующим образом. Издержки, связанные с подготовкой заявки на присвоение частот для РЭС каждой из сторон, приняты за единицу ($A_1 = B_1 = 1$). Другим издержкам экспертно давалась оценка относительно значения данной издержки

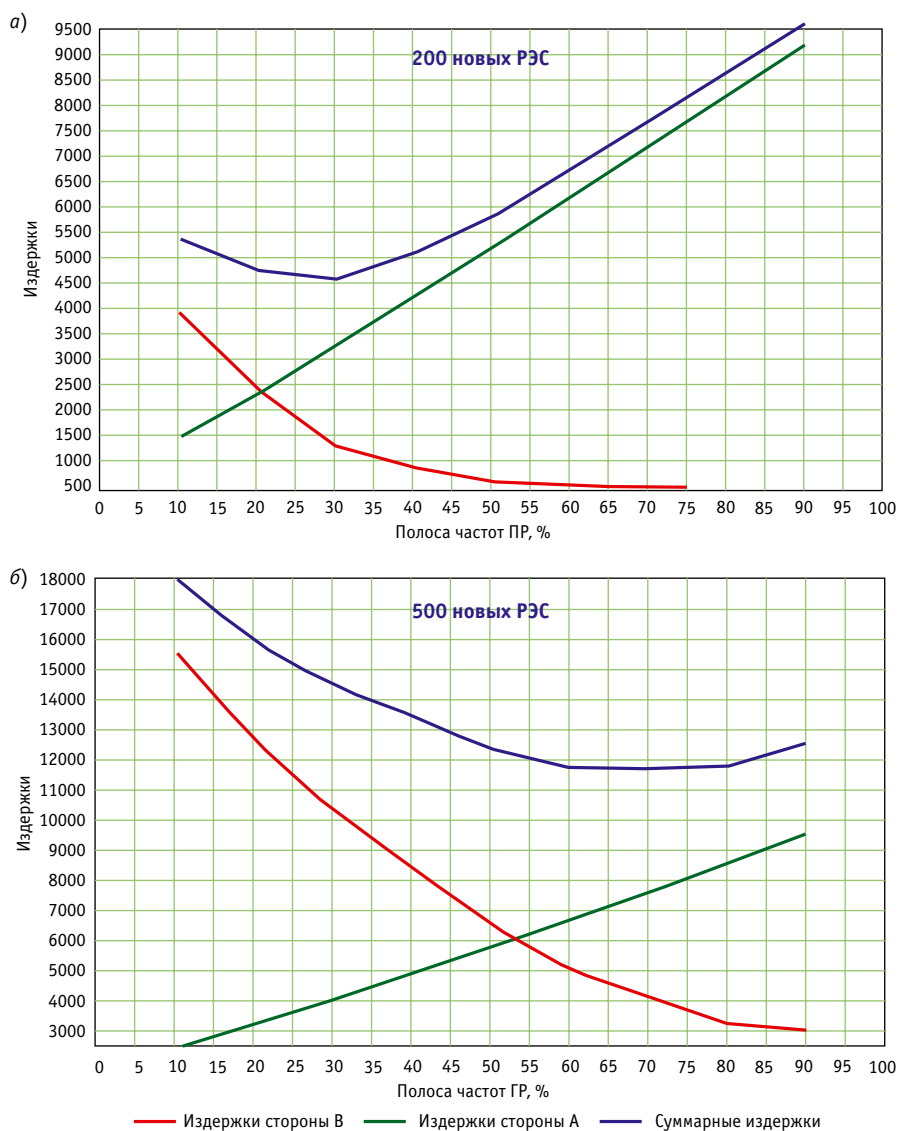


Рис. 3

с учетом сложности соответствующих процедур, подлежащих выполнению. В данном примере указанные издержки имеют следующие значения:

$$\begin{aligned} A_2 = B_2 = 0,5; A_3 = B_3 = 3; \\ A_4 = B_4 = 0,5; A_5 = B_5 = 8; \\ A_6 = B_6 = 0,8; A_7 = 15; B_7 = 10; B_8 = 10. \end{aligned}$$

Издержки, связанные с высвобождением всей рассматриваемой полосы частот от РЭС государственного управления, приняты равными $A_8 = 10000$. При расчетах использовалось допущение, что издержки на высвобождение участков спектра категории ГР от РЭС государственного управления пропорциональны величине высвобождаемой полосы. Отношение $N_a : N_b$ составляло 1:10. Из рис. 3, а видно, что существуют условия, когда суммарные издержки сторон А и В минимальны. В данном примере минимум указанных издержек будет иметь место при переводе в категорию ГР 25—30% рассматриваемой полосы частот. При дальнейшем увеличении части полосы частот, переводимой в категорию ГР, увеличение издержек для стороны А (в основном за счет реализации мер по высвобождению полосы частот от РЭС государственного управления) не будет компенсироваться снижением издержек стороны В.

Также из рис. 3, а видно, что перевод более 55—60% рассматриваемой полосы частот в категорию ГР будет неоправданным, так как не будет сопровождаться заметным снижением издержек стороны В. Следовательно, для создания благоприятных условий использования РЧС РЭС гражданского назначения достаточным является перевод в категорию ГР именно указанной части рассматриваемой полосы частот.

Как видно из рис. 3, б, с увеличением численности новых РЭС (с 200 до 500), в основном за счет увеличения числа РЭС гражданского назначения, до 70—75% увеличивается относительная величина полосы частот, при переводе которой в категорию ГР обеспечивается минимум суммарных издержек. Растут при этом и абсолютные издержки сторон.

Определение относительной величины рассматриваемой полосы частот, которую применительно к данным примерам целесообразно перевести в категорию ГР, должно осуществляться с помощью полученных зависимостей и критериев (1) и (2). Очевидно, что результаты проведенных расчетов носят в значительной степени иллюстративный характер. Для конкретных полос частот, категорию которых планируется изменить, нужны специальные расчеты с использованием реальных для сложившихся ситуаций исходных данных.

Таким образом, с помощью разработанной методики может быть проведена количественная оценка последствий от изменения категорий полос частот для использования РЧС радиоэлектронными средствами государственного управления и гражданского назначения. Это позволит повысить обоснованность принимаемых решений при выборе наиболее предпочтительных вариантов изменения категорий полос частот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутенко В.В., Веерпалу В.Э., Девяткин Е.Е., Харитонов Н.И. Конверсия РЧС в России — один из основных путей повышения эффективности его использования // *Электросвязь*. — 2006. — №1.
2. Быховский М.А., Харитонов Н.И., Девяткин Е.Е. Цели и задачи современного этапа конверсии РЧС в России // *Электросвязь*. — 2006. — №1.
3. Горбачев В.Л., Тихвинский В.О., Юшков С.В. Правовые аспекты высвобождения и конверсии РЧС в России // *Электросвязь*. — 2005. — №7.
4. Якименко В.С., Цветков С.А., Веерпалу В.Э., Харитонов Н.И. Принципы, показатели и критерии целесообразности изменения категорий полос частот в национальной ТРЧ // *Электросвязь*. — 2008. — №9.
5. **Федеральный закон «О связи»** от 7 июля 2003 г. № 126-ФЗ. Российская газета от 10 июля 2003 г.
6. **Положение** о порядке рассмотрения материалов, проведения экспертизы и принятия решений о выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств. — М., Государственная комиссия по радиочастотам, 2008.
7. **Положение** о порядке рассмотрения материалов, проведения экспертизы и принятия решений о присвоении (назначении) радиочастот или радиочастотных каналов для радиоэлектронных средств в пределах выделенных полос радиочастот. — М., Государственная комиссия по радиочастотам, 2008.
8. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. — М.: Радио и связь, 1982.
9. Ковтунова И.Г., Павлюк А.П., Цветков С.А., Якименко В.С. Методика детальной оценки загрузки радиочастотного спектра в территориальном районе // *Радиотехника*. — 2001. — № 12.
10. Цветков С.А., Якименко В.С. Применение информации о нагрузке РЧС для управления его использованием // *Электросвязь* — 2004. — №4.

Получено 10.11.08

ПАМЯТИ РАШИДА МАМАТХАНОВИЧА АТАХАНОВА



Телекоммуникационная общественность понесла тяжелую утрату: на 65-м году жизни скончался доктор технических наук, член Специального совета Ташкентского электротехнического института связи, заведующий лабораторией

Института математики и информационных технологий АН Республики Узбекистан Рашид Маматханович Атаханов.

Рашид Маматханович родился 13 мая 1944 г. в Намангане. В 1966 г. окончил ЛЭТИ им. Ульянова-Ленина (сегодня С.-Петербургский государственный электротехнический университет), получив диплом радиоинженера.

С 1966 по 1967 гг. работал в Москве в Институте проблем передачи информации АН СССР, где занимался исследованиями в области обработки и передачи видеоинформации.

С 1971 по 2007 гг. занимал должность заведующего Лабораторией проблем передачи видеоинформации НПО «Кибернетика» АН Республики Узбекистан, где защитил кандидатскую (в 1972 г.), а затем докторскую (в 1990 г.) диссертации. Работая в НПО «Кибернетика», он одновременно преподавал в Ташкентском электротехническом институте связи, а

также с 1977 по 1979 гг., по приглашению правительства Кубы, в Институте радио и телевидения в Гаване.

Р.М. Атаханов — член-корреспондент Международной академии информатизации и Международной инженерной академии, автор более 100 научных публикаций и 10 изобретений, монографии, посвященной проблемам передачи видеоинформации. Награжден медалями им. С.П. Королева, им. академика М.В. Келдыша, им. летчика-космонавта СССР Ю.А. Гагарина.

Как высококлассный специалист Рашид Маматханович участвовал в целом ряде международных конференций и программ, был экспертом Оценочной комиссии по программе INTAS (1997—2000 гг., Брюссель).

Память о Рашиде Маматхановиче надолго сохранится в сердцах всех, кто с ним работал и знал его как отзывчивого и доброжелательного человека.