

УДК 621.396.019.4

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЧАСТОТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СПЕЦОПЕРАЦИЙ В ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. Ю. КАРГОПОЛОВ¹, М. В. КОРОТКОВ², С. Н. ЯНЬШИН³

¹andk1978@mail.ru, ²micklereader@rambler.ru, ³yanshin@list.ru

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»
(ВУНЦ ВВС «ВВА»)

Поступила в редакцию 14.12.2013

Аннотация. Приводится описание автоматизированной технологии, предназначенной для использования экспертами радиочастотных органов министерств и ведомств РФ (МЧС, ФСО, МВД, ФСБ и Минобороны) при решении задачи частотного обеспечения оперативного развертывания группировки радиоэлектронных средств в приграничных районах. В ее основу положен учет необходимости обеспечения электромагнитной совместимости с зарубежными радиоэлектронными средствами, а также соблюдения требований межгосударственных соглашений, определяющих порядок совместного использования радиочастотного спектра в приграничных районах.

Ключевые слова: радиоэлектронное средство; международно-правовая защита; радиочастотный спектр; электромагнитная совместимость; приграничный район.

Экспертам радиочастотных органов (РЧО) различных «силовых структур», таких как МЧС, ФСБ, ФСО, МВД и Минобороны приходится принимать решения, связанные с оперативным частотным планированием радиоэлектронных средств (РЭС), применение которых необходимо при ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф, при проведении контртеррористических операций и других оперативных мероприятий. Размещение таких РЭС возможно не только во внутренних районах страны, но и непосредственно вблизи государственной границы. В этом случае должны быть учтены ограничения, накладываемые на использование радиочастотного спектра (РЧС) действующими зарубежными средствами, обладающими международным признанием, а также заключенными в соответствии со ст. 6 Регламента радиосвязи [1] двусторонними межгосударственными Соглашениями по порядку совместного использования спектра в приграничных районах. В условиях указанных ограничений перед экспертами РЧО стоит задача определить:

- полосы (номиналы) частот, при использовании которых не будут соблюдаться требования Соглашений и условия обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) с зарубежными РЭС;

- территориальные районы нашей страны, в пределах которых возможно оперативное размещение новых РЭС и их работа на определенных частотах без нарушения требований приграничных Соглашений и обеспечение ЭМС с зарубежными РЭС, зарегистрированными в международном союзе электросвязи (МСЭ), то есть обладающими международным признанием.

Данная задача может быть решена с помощью набора расчетных и информационных задач, разработанных специалистами НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА» и входящих в состав автоматизированного рабочего места (АРМ) эксперта по координации частотных присвоений (ЧП) РЭС наземных радиослужб в приграничных районах.

Опыт работы экспертов РЧО Минобороны с данным программным обеспечением показал, что его использование требует от оператора наличия определенного опыта работы с АРМ, а также четкого представления довольно сложной последовательности действий для получения результата. При решении типовых задач международно-правовой защиты ЧП РЭС в приграничных районах необходимо осуществление многократного ввода исходных данных при обращении к множеству отдельных расчетных и информационных задач, а также контроль, интерпретация и согласование получаемых результатов.

Для повышения скорости и достоверности принятия решений оперативного размещения РЭС в приграничных районах разработана технология, приведенная на рис. 1. Она содержит последовательность взаимосвязанных процедур, подлежащих выполнению и необходимое для их реализации информационное и методическое обеспечение. Технология предусматривает организацию запросов к следующим базам данных (БД): «Приграничные Соглашения», содержащей в формализованном виде условия совместного использования сопредельными государствами РЧС в приграничных районах; «Международный список частот», содержащей сведения о радиоэлектронной обстановке (РЭО), образуемой зарубежными РЭС, обладающими международным признанием, и их характеристиках; «ТТХ РЭС по форме №1», входящей в состав комплекса средств автоматизации частотных присвоений органов военного управления. При этом предусматривается использование следующих имеющихся расчетных задач (РЗ): «Расчет норм частотно-территориального разности (ЧТР) РЭС», «Оценка загрузки РЧС методом тестирования существующей РЭО заявляемым РЭС» и «Расчет напряженности поля в диапазоне частот от 30 до 3000 МГц».

Назначение процедур, входящих в приведенную технологию состоит в следующем.

Процедура 1 предусматривает получение и анализ информации, необходимой для проведе-

ния расчетов. Для упрощения процесса ввода исходных данных организован запрос к БД «ТТХ РЭС по форме №1», в результате которого по указанному экспертом шифру РЭС автоматически определяются все необходимые для проведения расчетов характеристики. Пользователю остается указать координаты размещения РЭС (в случае, если они заранее известны) и район проведения расчетов. После запуска на расчет поэтапно в автоматическом режиме выполняются все процедуры приведенной технологии.

При известных координатах размещения новых РЭС выполняются процедуры 2–5.

Процедура 2 предназначена для формирования с использованием возможностей РЗ «Оценка загрузки РЧС методом тестирования существующей РЭО заявляемым РЭС» множества $\{f\}^{ЭМС}$, содержащего номиналы частот, доступные для назначения размещаемым РЭС с позиций обеспечения их ЭМС с зарубежными средствами, обладающими международным признанием. Для этого предварительно из БД «Международный список частот» осуществляется отбор зарубежных РЭС, потенциально несовместимых с размещаемым отечественным РЭС и рассчитываются нормы ЧТР между ними.

Искомое множество определяется как

$$\{f\}^{ЭМС} = \{f\}^{раб} / \{f\}^{запр},$$

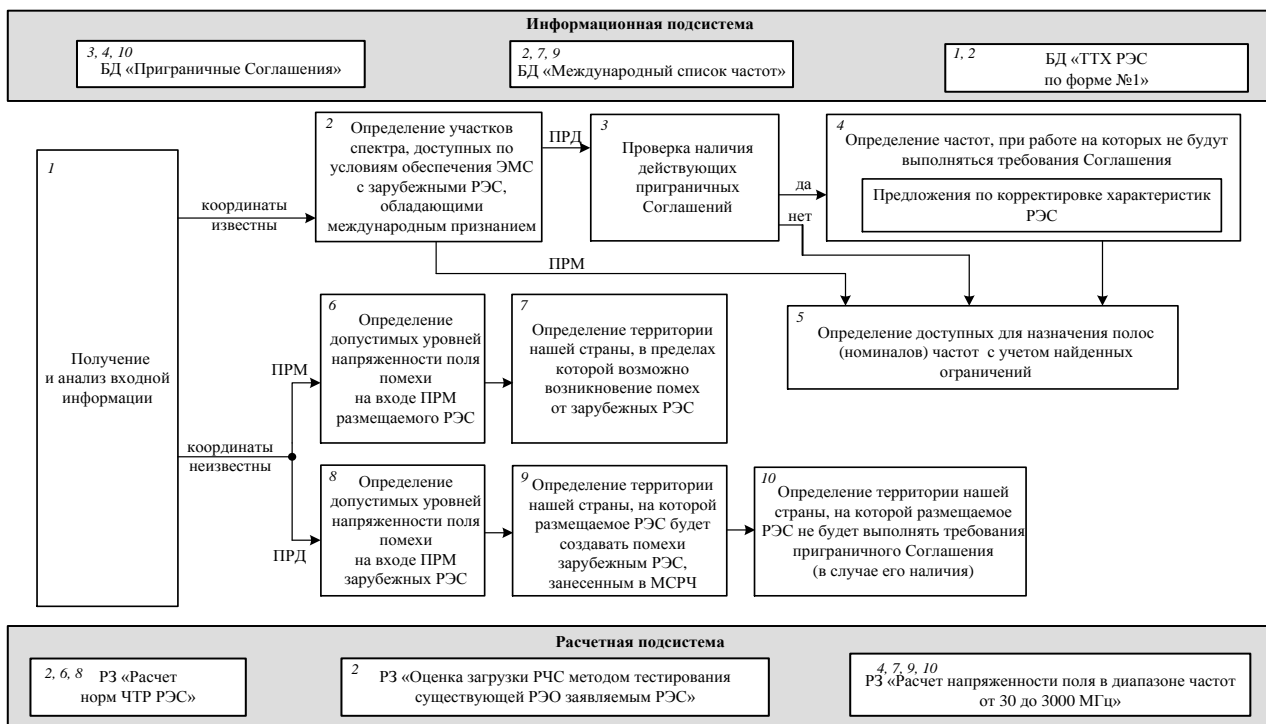


Рис. 1. Технология решения задачи частотного обеспечения оперативного развертывания группировки РЭС в приграничных районах

где $\{f\}^{раб}$ – множество, которое образуют номиналы частот из рабочего диапазона размещаемого РЭС; $\{f\}^{запр}$ – множество, содержащее номиналы частот, заключенные в интервале $\bigcup_i [f_{min}^{запр}; f_{max}^{запр}]_i$, где $f_{min}^{запр} = f_i^{МСЭ} - \Delta f_{ip}$, а $f_{max}^{запр} = f_i^{МСЭ} + \Delta f_{ip}$, где $f_i^{МСЭ}$ – рабочая частота i -го зарубежного РЭС, а Δf_{ip} – необходимая частотная отстройка между p -м, размещаемым РЭС, и i -м зарубежным РЭС, обладающим международным признанием, определяемая с применением норм ЧТР по данным о расстоянии между рассматриваемой парой РЭС.

В случае наличия Соглашений с сопредельным государством относительно использования затрагиваемой полосы частот, выполняются процедуры 3, 4. При этом с использованием процедур РЗ «Расчет напряженности поля в диапазоне частот от 30 до 3000 МГц» определяется ближайшая точка на госгранице от размещаемого РЭС, в которой затем рассчитывается напряженность поля, создаваемая им на определенных частотах. Посредством сравнения полученных значений с величинами, зафиксированными в Соглашении, формируется множество $\{f\}^{ПС}$, содержащее номиналы частот, при работе на которых будут соблюдаться соответствующие требования:

$$\{f\}^{ПС} = \{f\}^{раб} / \{f\}^{запр},$$

где $\{f\}^{запр}$ – множество номиналов частот, при работе на которых будут превышать допустимые уровни напряженности поля, указанные в Соглашении. С целью упрощения порядка поиска альтернативных решений при необходимости использования частот множества $\{f\}^{ПС}$ предусмотрена возможность определения характеристик РЭС, при которых требования Соглашений будут выполняться.

Процедура 5 предназначена для обобщения найденных ограничений. В результате ее выполнения определяется множество $\{f\}^{разр}$, содержащее номиналы частот, доступные для назначения размещаемым РЭС как с позиций обеспечения ЭМС с зарубежными РЭС, так и с позиций соблюдения условий использования РЧС, зафиксированных в Соглашении:

$$\{f\}^{разр} = \{f\}^{ЭМС} \cap \{f\}^{ПС}.$$

В случае если координаты размещаемых РЭС неизвестны, выполняются процедуры 6–10, в результате чего определяются участки приграничного района нашей страны, не доступные для размещения новых РЭС.

Процедуры 6, 7 предназначены для определения территории нашей страны, в пределах которой возможно возникновение непреднамеренных помех у размещаемых средств от зарубежных РЭС. Для этого на начальном этапе с использованием возможностей РЗ «Расчет норм ЧТР РЭС» определяется допустимый уровень сигнала помехи на входе приемных устройств размещаемых РЭС от зарубежных средств – потенциальных источников непреднамеренных помех. Найденные уровни используются в качестве пороговых при расчете панорам напряженности поля от каждого зарубежного РЭС. Результаты расчетов отображаются на карте в виде панорамы, при построении которой используется выражение для сложения напряженности поля, создаваемой различными источниками [2]:

$$E_{\Sigma} = 10 \log \left(\sum_i 10^{\frac{E_i}{10}} \right),$$

где E_i , дБмкВ/м – значения напряженности поля в точке, создаваемые каждым i -м РЭС.

Процедуры 8–10 предназначены для определения территории нашей страны, при размещении на которой новые РЭС будут являться источниками помех для зарубежных средств, а также территории, при размещении на которой новых РЭС не будут выполняться условия использования спектра, зафиксированные в приграничном Соглашении.

Для этого на начальном этапе определяются допустимые уровни сигнала помехи на входе приемных устройств зарубежных РЭС. Найденные уровни являются пороговыми при построении панорам, отображающих территорию нашей страны, на которой размещаемые РЭС будут создавать помехи зарубежным средствам. При построении таких панорам в каждой точке рассматриваемого района нашей страны имитируется размещение нового РЭС и осуществляется расчет напряженности поля, создаваемого им в местах размещения зарубежных РЭС.

Для нахождения порогового уровня, необходимого для определения территории нашей страны, на которой размещаемое РЭС не будет выполнять требования Соглашения, осуществляется запрос к БД «Приграничные Соглашения». При построении панорамы в каждой точке рассматриваемого района нашей страны имитируется размещение нового РЭС, определяется ближайшая точка на госгранице и осуществляется расчет в ней напряженности поля.

Пример отображения результатов расчетов представлен на рис. 2–5.

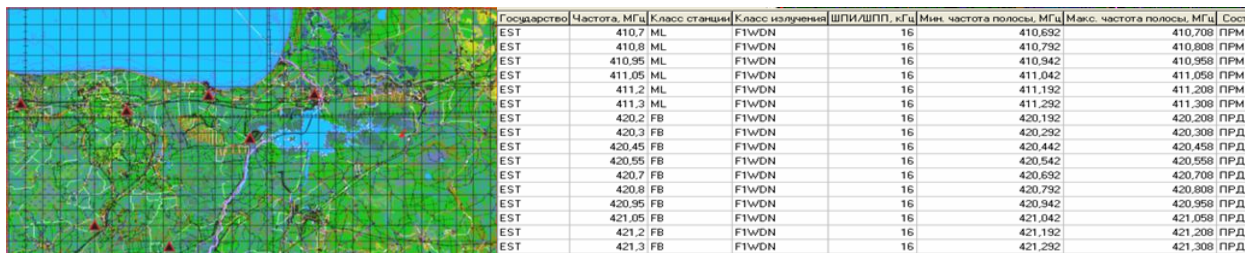


Рис. 2. Результаты запроса к БД «Международный список частот»: а – в визуализированном представлении; б – в виде таблицы

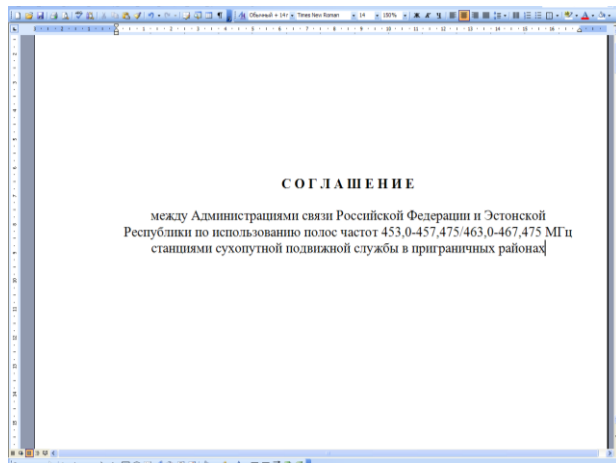
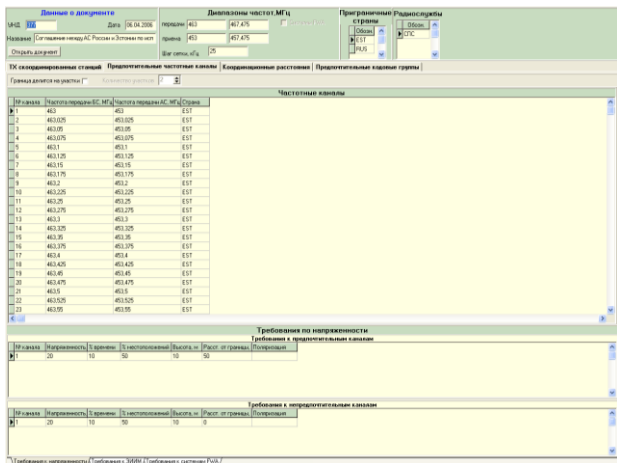


Рис. 3. Результаты запроса к БД «Приграничные Соглашения»: а – в формализованном виде; б – в виде текстового документа

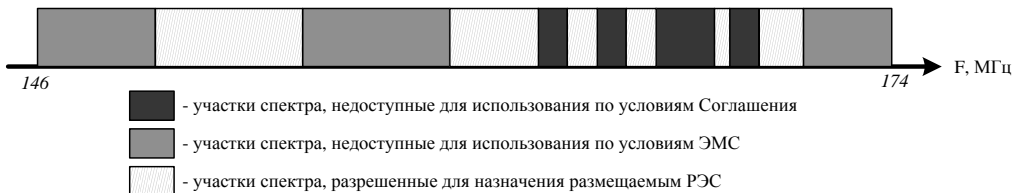


Рис. 4. Результаты определения доступных для назначения размещаемым РЭС полос частот с учетом найденных частотных ограничений

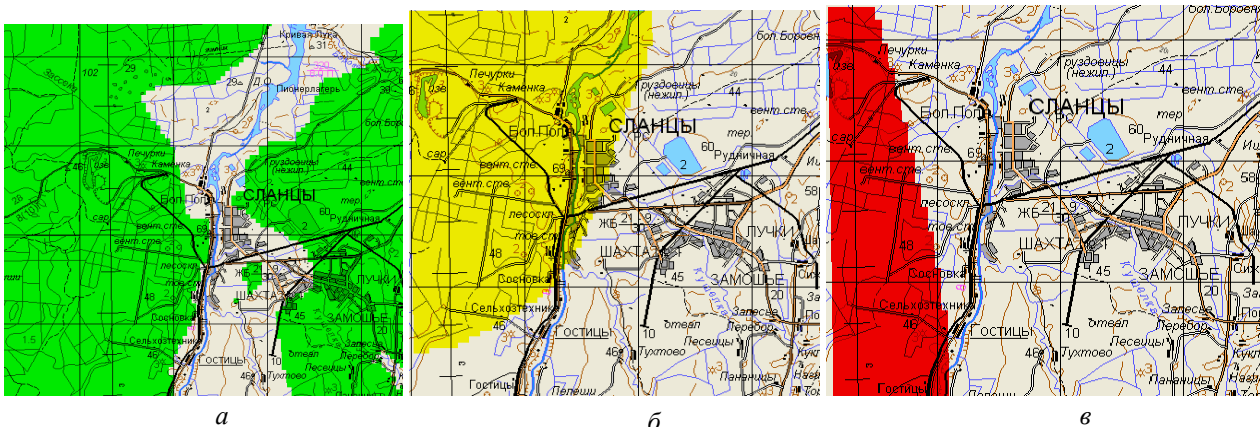


Рис. 5. Пример отображения результатов определения территории нашей страны: а – не доступной для размещения нового РЭС по условиям действующего приграничного Соглашения; б – в пределах которой размещаемое РЭС будет создавать непреднамеренные помехи зарубежным РЭС; в – в пределах которой размещаемое РЭС будет испытывать помехи со стороны зарубежных РЭС

К выходной информации относятся:

1) результаты запроса к БД «МСЧ» как в визуализированном представлении в виде карты с нанесенными на нее потенциально несовместимыми зарубежными РЭС, так и в табличном виде с координатами их размещения и ТТХ (рис. 2);

2) результаты запроса к БД «Приграничные Соглашения», содержащие наименование соответствующего документа с возможностью его просмотра как в формализованном, так и в текстовом виде (рис. 3);

3) результаты определения доступных для назначения полос (номиналов) частот с учетом частотных ограничений, накладываемых как по условиям ЭМС с зарубежными РЭС, так и по условиям действующих Соглашений в виде диаграммы (рис. 4);

4) результаты определения территорий нашей страны, на которых не будут выполняться требования Соглашений и не будут соблюдаться условия обеспечения ЭМС между зарубежными и размещаемыми РЭС при работе последних на определенных частотах (рис. 5).

Таким образом, в результате автоматического прохождения процедур разработанной технологии эксперт будет обладать всей необходимой информацией для оперативного и достоверного решения стоящих перед ним задач. Проведенные исследования показали, что использование технологии позволит исключить претензии со стороны Администраций связи сопредельных государств по поводу нарушения требований Соглашений и условий обеспечения ЭМС, а также повысить оперативность принимаемых решений в 2,5–3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Регламент** радиосвязи. Женева: МСЭ, 2012. 1982 с. [*Radio Regulations*. Geneva. ITU, 2012.]
2. **Заключительные** акты Региональной конференции радиосвязи по планированию цифровой наземной радиовещательной службы в частях Районов 1 и 3 в полосах частот 174–230 МГц и 470–862 МГц (РКР-06). Женева: МСЭ, 2006. 303 с. [*Final acts of the Regional Radiocommunication conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3 in the frequency bands 174–230 MHz and 470–862 MHz*. Geneva. ITU, 2006.]

ОБ АВТОРАХ

ЯНЬШИН Сергей Николаевич, нач. отд. НИИЦ радиоэлектронной борьбы. Дипл. инж. по средствам радиоэлектр. борьбы (Воронежск. высш. воен. инж. уч-ще радиоэлектроники, 1993). Канд. техн. наук (5-й ЦНИИ МО РФ, 2003), доц. Иссл. в обл. упр. использованием радиочастотного спектра и междунар.-правовой защиты радиоэлектронных средств.

КАРГОПОЛОВ Андрей Юрьевич, науч. сотр. НИИЦ радиоэлектронной борьбы. Дипл. инж. по средствам радиоэлектронной борьбы (Воен. ин-т радиоэлектроники, 2000). Канд. техн. наук (Воен. авиац. инж. ун-т, 2012). Иссл. в обл. упр. использованием радиочастотного спектра и междунар.-правовой защиты радиоэлектронных средств.

КОРОТКОВ Михаил Валентинович, нач. лаб. – зам. нач. отдела НИИЦ радиоэлектронной борьбы. Дипл. спец. по прикл. мат. (Воронежск. гос. ун-т, 1995). Канд. техн. наук (Воен. авиац. инж. ун-т, 2010). Иссл. в обл. упр. использованием радиочастотного спектра и электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.

METADATA

Title: Automation of special actions' frequency planning in frontier areas of the Russian Federation.

Authors: A. J. Kargopolov, M. V. Korotkov, and S. N. Yanshin.

Affiliation: Military educational scientific center of air force «Air force Academy named of professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin», Russia.

Email: andk1978@mail.ru, micklereader@rambler.ru, yanshin@list.ru.

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 2 (63), pp. 93-97, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: The description of the automated technology intended for use by experts of radio-frequency bodies of the various ministries and departments of the Russian Federation, such as the Ministry of Emergency Situations, Ministry of Home Affairs, Federal Security Service and the Minister of Defence is resulted, at the solution of a problem of frequency maintenance of operative deployment of a group of radio-electronic means in frontier areas. The account of necessity of maintenance of electromagnetic compatibility with foreign radio-electronic sets is put in its basis, and also observance of requirements of the interstate Agreements determining an order of sharing of a radio-frequency spectrum in frontier areas.

Key words: a radio-electronic set; international legal protection; a radio-frequency spectrum; electromagnetic compatibility; frontier area.

About authors:

YANSHIN, Sergey Nikolaevich, Head of the Department VUNC VVS «VVA», Candidate of technical Sciences (2003).

KARGOPOLOV, Andrey Yurievich, Research scientist VUNC VVS «VVA», Candidate of technical Sciences (2012).

KOROTKOV, Michael Valentinovich, Head of laboratory VUNC VVS «VVA», Candidate of technical Sciences (2010).