



В течение всего 2015 года журнал «Электросвязь» намерен размещать на своих страницах материалы, посвященные юбилею Международного союза электросвязи (см. «ЭС» № 1, 2015, с. 2). В этом номере в продолжение тематики деятельности Сектора радиосвязи МСЭ-R (см. «ЭС» 2, 2015, с. 3) рассматривается ход подготовки к Всемирной конференции по радиосвязи, которая состоится в ноябре.

Российские специалисты активно участвуют в исследованиях, проводимых Сектором радиосвязи МСЭ, Региональным содружеством в области связи и Европейской конференцией администраций почт и электросвязи (СЕПТ) по пунктам повестки дня ВКР-15. Головным предприятием администрации связи Российской Федерации (АС России) по работе с международными организациями, ответственным за подготовку предложений и позиций, их продвижение на собраниях и форумах международных и региональных организаций, в том числе на всемирных конференциях и ассамблеях радиосвязи МСЭ, является ФГУП НИИР. Сотрудники НТЦ Анализа ЭМС ФГУП НИИР делятся своим видением решения вопросов по регулированию различных служб радиосвязи.

УДК 621.391.019.4



## СЕКТОР МСЭ-R: К ВСЕМИРНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ РАДИОСВЯЗИ 2015 ГОДА ГОТОВЫ

**Н. В. Варламов**, начальник отдела НТЦ Анализа ЭМС ФГУП НИИР, заместитель председателя Подготовительного собрания к ВКР-15 МСЭ-R; n.varlamov@niir.ru

**С. Ю. Пастух**, заместитель директора НТЦ Анализа ЭМС ФГУП НИИР, председатель ИК1 МСЭ-R, заместитель председателя Европейского комитета по электронным средствам связи СЕПТ, к.т.н.; sup@niir.ru

**Е. В. Тонких**, заместитель начальника отдела НТЦ Анализа ЭМС ФГУП НИИР; et@niir.ru

Представлен анализ предварительных результатов работы исследовательских комиссий Международного союза электросвязи по подготовке к Всемирной конференции радиосвязи 2015 года (ВКР-15). Приводятся предложения к ВКР-15 по обеспечению радиочастотным ресурсом системы международной подвижной связи (ИМТ) в различных диапазонах частот, включая 700 МГц, а также результаты изучения в МСЭ-R возможностей по обеспечению электромагнитной совместимости системы ИМТ в этих диапазонах частот. Представлены наиболее интересные для АС России вопросы, относящиеся к космическим службам. Дается анализ возможных решений ВКР-15 по обеспечению частотным ресурсом новых технологий для морского, воздушного и наземного транспорта.

**Ключевые слова:** Всемирная конференция радиосвязи, радиочастотный спектр, регулирование спутниковых систем, фиксированная спутниковая служба, подвижная спутниковая служба, широкополосные системы связи подвижной службы, системы ИМТ, морские службы, автомобильные радиодары, глобальное слежение за рейсами гражданской авиации.

Для Международного союза электросвязи юбилейный год проходит также под знаком Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-15). В конце марта состоится 2-я сессия Подготовительного собрания к ВКР-15 Сектора радиосвязи (ПСК15-2), а в ноябре и сама конференция. Напряженные обсуждения в формате рабочих групп (РГ) и исследовательских комиссий (ИК) МСЭ-R при подготовке проекта Отчета ПСК к конференции — все это уже позади. Сегодня в МСЭ-R исследования по пунктам повестки дня завершены практически полностью и определены наиболее вероятные решения, которые примет конференция.

**Введение.** В соответствии с решением Всемирной конференции радиосвязи 2012 г., а также Полномочной конференции МСЭ 2014 г. в повестку дня ВКР-15 вошло 35 вопросов. Значительная их часть касается международного регулирования спутниковых систем:

- фиксированная спутниковая служба (ФСС) — пункты 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 и 1.9 повестки дня ВКР-15;
- подвижная спутниковая служба (ПСС) — п. 1.9 и 1.10;
- научные спутниковые службы, такие как спутниковая служба исследования Земли (ССИЗ) и служба космических исследований (СКИ), — п. 1.11, 1.12 и 1.13.

Наибольший интерес вызывает группа вопросов, связанных с распределением и идентификацией полос радиочастот для широкополосных систем связи подвижной службы (системы ИМТ, включая LTE-Advanced). Так, в рамках п. 1.1 повестки дня ВКР-15 предлагается рассмотреть, в дополнение к уже идентифицированным для ИМТ на предыдущих ВКР, 29 новых полос радиочастот (в диапазоне ниже 6 ГГц), а в рамках пункта 1.2 — определить условия использования систем ИМТ в Районе 1 в диапазоне 694–790 МГц. Данный диапазон получил скандальную известность и в мире, и в России из-за ожесточенного спора о его дальнейшей судьбе между «подвижниками» и «вещателями».

К этой же группе вопросов относится и пункт 1.3: использование спектра широкополосными системами подвижной связи для общественной безопасности и в чрезвычайных ситуациях (Public Protection and Disaster Relief, PPDR). Этот пункт предполагает пересмотр Резолюции 646 (ВКР-12) с целью определения и идентификации полос частот для PPDR. Интрига заключается в выборе диапазона (400 или 700 МГц), в котором в ближайшие годы будет

создан объемный рынок профессионального оборудования широкополосных систем PPDR.

Повестка дня ВКР-15 также затрагивает аспекты развития авиационных систем, таких как WAIC и системы глобального слежения за движением гражданских воздушных судов. Конференция уделит внимание проблемам выделения спектра для новых технологий в морской подвижной и внутрисудовой связи (п. 1.16 и 1.15 соответственно), а также дальнейшему развитию систем радиолокации путем предоставления возможности использования широкополосных и сверхширокополосных сигналов в радиолокационных системах, как наземных (применение автомобильных радаров — п. 1.18), так и спутниковых (радиолокационное картографирование Земли — п.1.12).

Несколько отдельно от тематики распределения спектра стоит вопрос о необходимости непрерывной эталонной шкалы времени (п. 1.14) за счет исключения скачущей секунды в шкале Всемирного координированного времени (UTC). Тем не менее этот вопрос также получил широкий общественный резонанс, так как шкала UTC активно используется в разных областях деятельности.

Конференция уже традиционно рассмотрит совершенствование международной нормативно-правовой базы, относящейся к спутниковым сетям, в частности уточнит отдельные положения Регламента радиосвязи, применяемые к частотным присвоениям спутниковых систем при их заявлении, регистрации и координации в МСЭ-Р.

Обозначим основные, на наш взгляд, рабочие моменты предстоящей конференции.

**Подвижная служба и системы ИМТ.** На протяжении последних 20 лет каждая вторая всемирная конференция радиосвязи содержала пункт по идентификации полос частот для систем ИМТ. Для Района 1, в который входит и Россия, было идентифицировано, в зависимости от страны, до 1085 МГц:

- ВАКР-92: 1885–2025 и 2110–2200 МГц;
- ВКР-2000: 880–960, 1710–1885, 2500–2690 МГц;
- ВКР-07: 450–470, 790–862, 2300–2400 МГц, а в ряде стран 3400–3600 МГц.

Однако значительный рост трафика, передаваемого по сетям подвижной связи, требует увеличения пропускной способности сетей ИМТ и, как следствие, возрастают потребности в радиочастотном ресурсе. ВКР-15 будет рассматривать идентификацию полос радиочастот не только для

ИМТ, но и для других систем мобильного широкополосного доступа (ШПД), в частности для сетей RLAN (стандарт IEEE 802.11). Сеть RLAN часто рассматривают как вспомогательную для разгрузки традиционных сетей мобильного ШПД, построенных на основе радиointерфейсов ИМТ. Проведенные в МСЭ-Р к ВКР-15 исследования позволяют оценить потребности в радиочастотном ресурсе, необходимым для развития сетей ИМТ к 2020 г. [1] и сетей RLAN к 2018 г. [2] (табл. 1).

С учетом приведенных значений потребностей в спектре ВКР-15 будет рассматривать дополнительные полосы частот для систем ИМТ. К настоящему времени в рамках МСЭ-Р проведены исследования для 29 полос частот, которые были предложены для изучения в середине 2013 г. Исследования включали оценку возможности совмещения систем ИМТ с системами других радиослужб в этих полосах частот (табл. 2).

Из результатов исследований, проведенных МСЭ-Р, следует, что выбор полос частот системам ИМТ для идентификации будет очень непростой задачей, так как нет ни одной полосы частот, в которой обеспечивалась бы совместимость систем ИМТ с действующими в этих полосах частот радиоэлектронными системами (РЭС). Решение о полосах частот для систем ИМТ будет приниматься администрациями связи с учетом результатов проведенных исследований. Анализ предварительной позиции АС [3] показывает, что весьма высока вероятность идентификации на ВКР-15 полос частот 1427–1518 и 3600–3800 МГц. Кроме того, полосы частот 4400–4500 и 4800–4990 МГц могут быть идентифицированы в большинстве стран мира, за исключением стран НАТО. Промышленность чрезвычайно заинтересована в идентификации полосы частот 2700–2900 МГц, однако большинством АС данная полоса не поддерживается. Отметим, что до начала ВКР-15 мнение АС может претерпеть изменения и следует ожидать любых неожиданностей в вопросе идентификации дополнительного частотного ресурса для систем ИМТ по пункту 1.1 повестки дня.

Отдельно от вышеприведенных полос частот ВКР-15 рассмотрит полосу 694–790 МГц, в отношении которой на ВКР-12 было принято решение об отложенном (с 2015 г.) ее распределении подвижной службе при условии, что будут проведены исследования МСЭ-Р для уточнения нижней границы распределения и выработки технических и регуляторных условий для этого распределения. В рамках МСЭ-Р

Таблица 1. Предполагаемые дополнительные потребности в спектре для ИМТ к 2020 г. и RLAN к 2018 г.

Условия, связанные с плотностью пользователей	Общие потребности в спектре, МГц	Район 1**		Район 2		Район 3	
		Уже определенные, МГц*	Дополнительные потребности в спектре, МГц*, ***	Уже определенные, МГц	Дополнительные потребности в спектре, МГц***	Уже определенные, МГц*	Дополнительные потребности в спектре, МГц*, ***
<i>Для систем ИМТ</i>							
Низкая	1340	981–1181	159–359	951	389	885–1177	163–455
Высокая	1960	981–1181	779–979	951	1009	885–1177	783–1075
<i>Для систем RLAN</i>							
Низкая	880	455–580	300–425	455–580	300–425	455–580	300–425

\* Для значений, приведенных в этих столбцах, указаны пределы, поскольку отдельные полосы частот определены для ИМТ или RLAN только в некоторых странах Районов 1 и 3 (например, для ИМТ согласно п. 5.317А, 5.430А, 5.432А, 5.432В и 5.433А РР).

\*\* Значения для Района 1 основаны на предположении, что нижняя граница этой полосы частот, определенная в п. 5.312А РР, остается на уровне 694 МГц.

\*\*\* Для некоторых стран значения, приведенные в этих столбцах, необязательно определяет дополнительные потребности в спектре.

Таблица 2. Результаты исследования совместимости систем ИМТ в ряде полос частот

Полоса частот, МГц (ширина полосы, МГц)	Совмещаемые службы	Краткий результат исследований	
1	410–430 (20)	Исследования совместимости ИМТ с ФС, СКИ (к-к) не проводились	
2	470–694 (8) (224)	РВС	Совмещенный канал: 212 км территориальный разнос. Соседние каналы: до 13 (UE), 35 (BS) км территориальный разнос, уровень нежелательных излучений –50 дБ/8 МГц, применение методов ограничения помех невозможно
		ВРНС	Исследования не проводились
		РНС	Исследования не проводились
		ФС	Требуемый территориальный разнос для БС от 25 до 220 км в совмещенном канале и 10 км в соседнем канале, для АС требуемый разнос не менее 1 км
	РАС	Требуемый территориальный разнос для БС в совмещенном канале: до 1000 км для АС до 130 км. Для защиты при работе в соседнем канале требуется территориальный разнос от 1 для АС и до 75 км для БС при уровне нежелательных излучений минус 50 дБ/МГц	
4	1164–1215 (51)	Исследования совместимости ИМТ с ВРНС и РНСС (к-3, к-к) не проводились	
5	1215–1300 (85)	Исследования совместимости ИМТ с ФС, РНС, ВРНС, РЛС, РНСС (к-3, к-к), СКИ (активная), ССИЗ (активная) не проводились	
6	1300–1350 (50)	РАС	Необходимый территориальный разнос, обеспечивающий защиту антенн станций РАС, составляет около 900 км
		ВРНС	Исследования не проводились
		РЛС	Выводов еще нет, однако результаты говорят, что совмещение в одной географической зоне невозможно
		РНСС (3-к)	Исследования не проводились
7	1350–1375 (25)	РАС	Необходим территориальный разнос в несколько десятков километров между антеннами станций РАС и БС ИМТ
		ФС	Требуется координация между ФС и ИМТ
		ВРНС	Исследования не проводились
		РЛС	Выводов еще нет, однако результаты говорят, что совмещение в одной географической зоне невозможно
8	1375–1400 (25)	РАС	Требуемый территориальный разнос до 500 км для БС ИМТ и 85 км для АС
		ССИЗ, СКИ	Уровень нежелательных излучений систем ИМТ не должен превышать: для БС –80 дБВт/27 МГц при использовании обеих полос частот и –75 дБВт/27 МГц при использовании одной из двух полос частот; для АС [от –63,6 до –69 дБВт/27 МГц] при использовании одной из двух полос частот и [от –62,6 до –68 дБВт/27 МГц] при использовании двух полос частот
		ФС	По основному каналу территориальный разнос составляет несколько десятков километров
		ВРНС	Исследования не проводились
		РЛС	Выводов еще нет, однако результаты говорят, что совмещение в одной географической зоне невозможно
9	1427–1452 (25)	ССИЗ, СКИ	Уровень нежелательных излучений систем ИМТ не должен превышать: для БС –80 дБВт/27 МГц при использовании обеих полос частот и –75 дБВт/27 МГц при использовании одной из двух полос частот; для АС [от –63,6 до –69 дБВт/27 МГц] при использовании одной из двух полос частот и [от –62,6 до –68 дБВт/27 МГц] при использовании двух полос частот
		РАС	Необходим территориальный разнос в несколько десятков километров между антеннами станций РАС и БС ИМТ
		ФС	По основному каналу территориальный разнос составляет несколько десятков километров
		ВПС (телеметрия)	Требуемый разнос с наземными приемниками воздушной телеметрии 100 км, ряд моделей РРВ дают большие разности — от 225 до 415 км
		СКЭ (3-к)	Исследования не проводились

Продолжение табл. 2

Полоса частот, МГц (ширина полосы, МГц)		Совмещаемые службы	Краткий результат исследований
10	1452–1492 (40)	РВС	Не совместимы. Предлагается заключать приграничные соглашения с допустимым уровнем напряженности поля 41 дБмкВ/м на границе стран
		ФС	По основному каналу территориальный разнос составляет несколько десятков километров
		ВПС (телеметрия)	Требуемый разнос с наземными приемниками воздушной телеметрии — 100 км, ряд моделей РРВ дают большие разности — от 225 до 415 км
		РВСС	Не совместимы в одном географическом районе
11	1492–1518 (26)	ФС	По основному каналу территориальный разнос составляет несколько десятков километров
		ВПС (телеметрия)	Требуемый разнос с наземными приемниками воздушной телеметрии — 100 км, ряд моделей РРВ дают большие разности — от 225 до 415 км
12	1518–1525 (7)	ФС	По основному каналу территориальный разнос составляет несколько десятков километров
		ВПС (телеметрия)	Требуемый разнос с наземными приемниками воздушной телеметрии — 100 км, ряд моделей РРВ дают большие разности — от 225 до 415 км
		ПСС (к-3)	Системы не совместимы
13	1559–1610 (51)	РАС	Исследования не проводились
		ВРНС	Исследования не проводились
		РНСС (к-3, к-к)	Исследования не проводились
14	1695–1710 (15)	ФС	Исследования не проводились
		МетСС (к-3)	Земные станции МетСат с БС ИМТ — требуемый разнос составляет несколько сотен километров. Земные станции МетСатсАС ИМТ — требуемый разнос составляет от 46 до более чем 100 км
15	2025–2110 (85)	ФС	Исследования не проводились.
		СКЭ (3-к, к-к)	Системы не совместимы с ИМТ
		СКИ (3-к, к-к)	Системы не совместимы с ИМТ
		ССИЗ (3-к, к-к)	Системы не совместимы с ИМТ
16	2200–2290 (90)	ФС	Исследования не проводились
		СКЭ (3-к, к-к)	Системы не совместимы с ИМТ
		СКИ (3-к, к-к)	Системы не совместимы с ИМТ
		ССИЗ (3-к, к-к)	Системы не совместимы с ИМТ
17	2700–2900 (200)	РАС	Требуемый территориальный разнос 60 км для БС ИМТ и 1 км для АС ИМТ при уровне нежелательных излучений АС ИМТ –50 дБм/МГц
		ВРНС	Исследования не проводились
		МРНС	Исследования не проводились
		РЛС	По совмещенному каналу системы не совместимы (требуемый территориальный разнос составляет несколько сотен километров)
18	2900–3100 (200)	РНС	Исследования не проводились
		РЛС	По совмещенному каналу системы не совместимы (требуемый территориальный разнос составляет несколько сотен километров)
19	3300–3400 (100)	РНС	Исследования не проводились
		РЛС	Исследования не завершены.
		ФС	Исследования не проводились

Окончание табл. 2

Полоса частот, МГц (ширина полосы, МГц)		Совмещаемые службы	Краткий результат исследований
20	3400–3600 (200)	ФС	Требуемый территориальный разнос составляет от 1 км до 100 км по совмещенному каналу
		РЛС	Исследования не проводились
		ФСС (к-3)	Системы не совместимы
21	3600–3800 (200)	ФС	Требуется координация частотных присвоений
		ФСС (к-3)	Системы не совместимы
22	3800–4200 (400)	ФС	Требуется координация частотных присвоений
		ФСС (к-3)	Системы не совместимы
23	4400–4500 (100)	ВПС телеметрия	Требуемый территориальный разнос для БС ИМТ с наземным приемником телеметрии составляет 5,2 км, с воздушным приемником — от 162 км до 508 км
		ФС	По соседнему каналу требуемый территориальный разнос составляет 1,8 км, по основному каналу — от 70 км до 250 км
24	4500–4800 (300)	РАС	По соседнему каналу необходим территориальный разнос около 30 км между антенной станции РАС и БС ИМТ. Уровень нежелательных излучений станций ИМТ должен составлять минус 50 дБм/МГц
		ФСС (к-3)	Системы не совместимы
		ФС	По соседнему каналу требуемый территориальный разнос составляет 1,8 км; по основному каналу — от 70 км до 250 км
25	4800–5000 (200)	ВПС Телеметрия	Требуемый территориальный разнос для БС ИМТ с наземным приемником телеметрии составляет 5,2 км, с воздушным приемником телеметрии — от 162 км до 508 км
		РАС	По совпадающему каналу необходим территориальный разнос около 1000 км между антенной станции РАС и БС ИМТ, а для АС ИМТ — 300 км По соседнему каналу необходим территориальный разнос около 30 км между антенной станции РАС и БС ИМТ. Уровень нежелательных излучений станций ИМТ должен составлять минус 50 дБм/МГц
		ФС	По соседнему каналу требуемый территориальный разнос составляет 1,8 км; по основному каналу — от 70 км до 250 км
26	5350–5470 (120)	РНС	Требуемый территориальный разнос составляет от 71 до 420 км.
		РЛС	Требуемый территориальный разнос составляет до 53 км.
		СКИ (активная)	Исследования не проводились
		ССИЗ (активная)	Нет общего заключения МСЭ-R, требуется введение ограничений на системы RLAN (например, ЭИИМ менее 200 мВт)
27	5725–5850 (125)	РЛС	Исследования не проводились
		ФСС (к-3)	Исследования не проводились
28	5850–5925 (75)	ФС	Исследования не проводились
		ФСС (к-3)	Исследования не проводились
29	5925–6425 (500)	ФС	Требуемый территориальный разнос по основному лепестку диаграммы направленности антенны станции фиксированной службы составляет от 8 км до 50 км, по боковому лепестку диаграммы направленности антенны до 200 м
		ФСС (к-3)	Совмещение возможно при определенных условиях, требуется ограничение ЭИИМ систем ИМТ

Таблица 3. Объем спектра в полосе 470–862 МГц, который потребуется в будущем для цифрового наземного ТВ-вещания

Потребности в спектре, МГц	<224	= 224	> 224 и < 320	= 320	>320
Требуемое число ТВ-каналов шириной 8 МГц в диапазоне IV/V	Менее 28	28	Между 28 и 40	40	Более 40
Количество администраций связи	4	39	8	16	3

были оценены потребности радиовещательной и подвижной служб в полосе частот 694–790 МГц, а также исследованы возможности обеспечения совместимости двух служб на одной территории и на соседних территориях по основному и соседнему частотному каналу.

Опрос более 80 администраций связи, проведенный МСЭ-R, показал, что потребности в спектре для радиовещательной службы существенно различаются в зависимости от конкретной страны [3].

В результате многие АС сталкиваются с ситуацией, когда спектр в полосе 694–790 МГц необходим для развития как цифрового наземного телевизионного вещания, так и систем ИМТ. В этой ситуации важны результаты оценки совместимости двух систем.

К сожалению, в рамках МСЭ-R не удалось прийти к однозначным результатам исследований. В разных исследованиях разброс в оценке кумулятивного эффекта воздействия помех со стороны систем ИМТ составляет от 0 до 20 дБ, а разброс требования по нежелательным излучениям систем ИМТ, обеспечивающих защиту цифрового ТВ-вещания в полосе ниже 694 МГц, — от минус 25 дБм/8 МГц до минус 52 дБм/8 МГц. Единственный момент, по которому к настоящему времени эксперты достигли консенсуса в рамках МСЭ-R, это то, что нижняя граница распределения подвижной службы должна составлять 694 МГц, а требуемая защитная полоса частот между ТВ-каналом и каналом системы ИМТ — не превышать 9 МГц.

Еще одним камнем преткновения остается частотный план для систем ИМТ в диапазоне 700 МГц. Подавляющее число администраций Района 1 высказались за использование для ИМТ частотного плана 2×30 МГц (рис. 1), однако существуют разногласия по возможности использования системами ИМТ защитной полосы (694–703 МГц), а также частотного дуплекса (733–758 МГц). Для однозначного ответа требуется провести исследования по совместимости широкополосных систем PPDR с системами цифрового ТВ-вещания. Однако сегодня можно констатировать, что к ВКР-15 такие исследования завершить не удастся и, по всей видимости, каждой АС придется принимать решения самостоятельно, в зависимости от ситуации в конкретной стране.

Таким образом, возможность развития систем ИМТ в диапазоне 700 МГц существенно зависит от согласованного решения приграничных государств. Если одна из стран продолжит использовать данный диапазон для цифрового

ТВ-вещания, сопредельная страна будет испытывать существенные сложности с развитием систем ИМТ на своей территории. Это связано с наличием международного соглашения по использованию диапазона 470–862 МГц системами цифрового ТВ-вещания, а также требований к территориальному разнесу сетей ИМТ и цифрового ТВ-вещания (более 150 км).

**Распределение новых полос радиочастот для спутниковых служб.** Космическое пространство, как известно, бесконечно, однако проблема орбитально-частотного ресурса на геостационарной орбите в полосах частот С- и Ku-диапазонов в начале XXI века переросла в серьезный вызов для международного телеком-сообщества. Растущие потребности в спутниковых каналах связи и вступление в «спутниковый клуб» новых стран привели к тому, что частотный ресурс на геостационарной орбите стал дефицитом не только в теории, но и на практике, что и подтверждают данные Boeing по «загрузке» геостационарной орбиты за 2012 г. (рис. 2).

По данным Баллистического центра ЦНИИмаш на январь 2015 г., на геостационарной орбите находилось более 450 космических аппаратов (КА), принадлежащих 45 разным владельцам (странам, международным организациям и спутниковым операторам).

Чтобы удовлетворить растущие потребности в частотном ресурсе на геостационарной орбите, Российская Федерация при поддержке стран Регионального сотрудничества в области связи предложила включить в повестку дня ВКР-15 вопрос о распределении фиксированной спутниковой службе дополнительных 250 МГц в Ku-диапазоне частот на линии космос-Земля и на линии Земля-космос в Районе 1. Аналогичные предложения были сделаны странами Районов 2 и 3, но только на линии Земля-космос — для выравнивания объема спектра на линиях вверх и вниз. В итоге в повестку дня ВКР-15 был включен пункт 1.6, в соответствии с которым на конференции должны быть рассмотрены возможные дополнительные первичные распределения:

- 250 МГц фиксированной спутниковой службе (Земля-космос и космос-Земля) в диапазоне между 10 и 17 ГГц в Районе 1;

- 250 МГц в Районе 2 и 300 МГц в Районе 3 фиксированной спутниковой службе (Земля-космос) в диапазоне 13–17 ГГц.

694	703	708	713	718	723	728	733	738	743	748	753	758	763	768	773	778	783	788
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
703	708	713	718	723	728	733	738	743	748	753	758	763	768	773	778	783	788	791
Защитная полоса	Линия вверх (БС -> АС)						Защитная полоса	Дополнительная линия вниз (БС -> АС)				Линия вниз (БС -> АС)				Защитная полоса		
9 МГц	30 МГц (6 блоков по 5 МГц)						5 МГц	20 МГц (от нуля до 4 блоков по 5 МГц)				30 МГц (6 блоков по 5 МГц)				3 МГц		

Рис. 1. Проект частотного плана для систем ИМТ в диапазоне 700 МГц

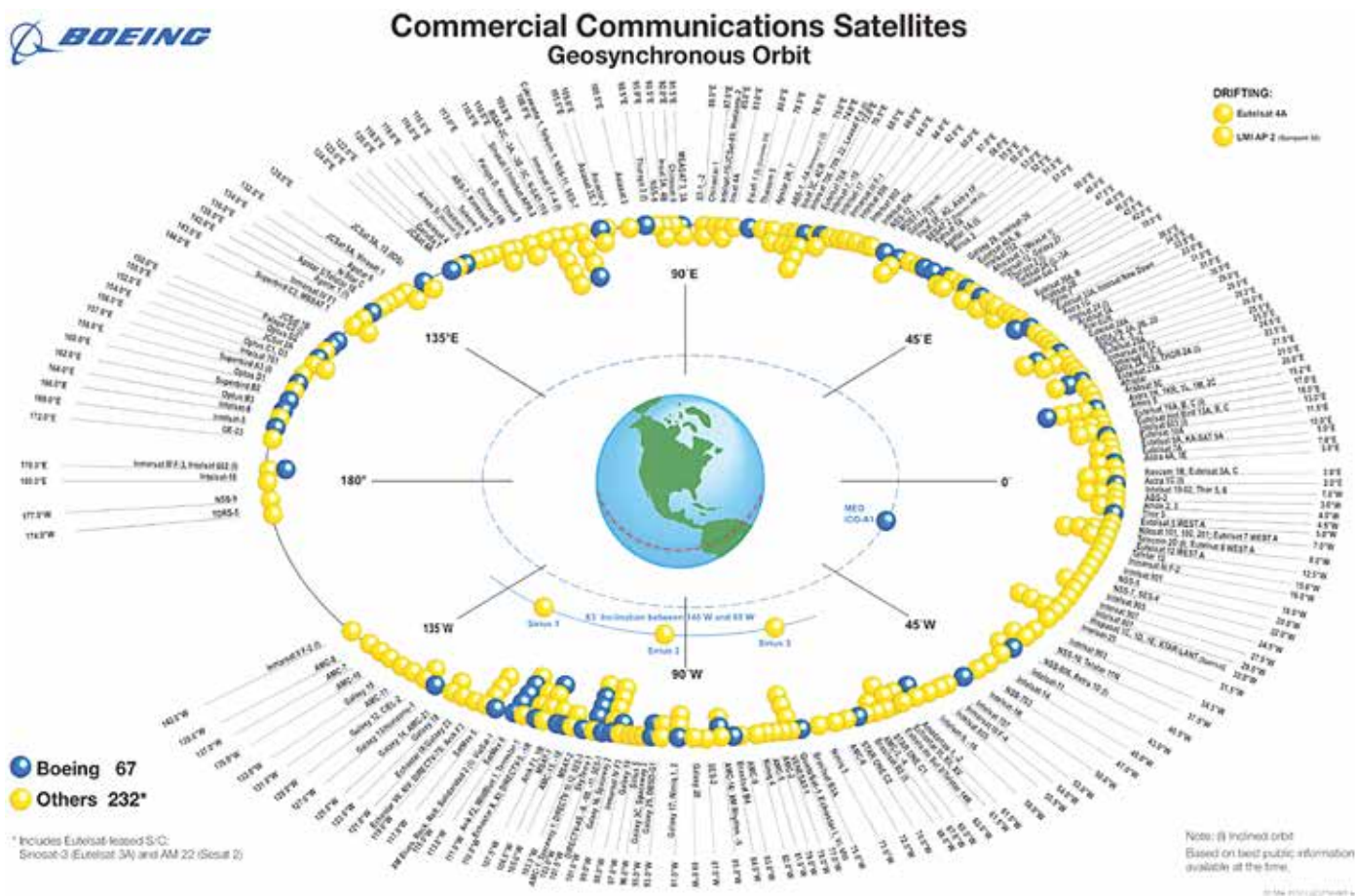


Рис. 2. Коммерческие спутники связи на геостационарной орбите

Благодаря проведенным российскими и зарубежными специалистами исследованиям в МСЭ-R были определены следующие полосы радиочастот для новых распределений в Районе 1 фиксированной спутниковой службе для КА на геостационарной орбите:

- 13,4–13,65 ГГц или 14,85–15,1 ГГц в направлении космос-Земля;
- 14,5–14,75 ГГц в направлении Земля-космос.

В Районе 2 на линии Земля-космос для этих целей были определены полосы радиочастот 14,5–14,75 ГГц, а в Районе 3 — полосы 14,5–14,8 ГГц.

Исследования также показали невозможность совмещения ФСС в полосах радиочастот 13,4–13,75 и 14,8–15,35 ГГц с существующими службами на линии Земля-космос во всех трех районах, а также в полосах радиочастот 10,6–10,68 и 15,35–15,4 ГГц ввиду трудности обеспечения совместимости со станциями пассивных служб, работающими в этих полосах радиочастот.

Окончательное решение по полосам радиочастот для новых распределений ФСС предстоит принять ВКР-15, а учитывая трудности с обеспечением совмещения с существующими службами, сделать это будет не просто.

Кроме распределения новых полос радиочастот для ФСС в Ки-диапазоне, на ВКР-15 планируется рассмотреть распределение новых полос радиочастот для ФСС в полосах радиочастот 7150–7250 МГц (космос-Земля) и 8400–8500 МГц (Земля-космос). Однако результаты проведенных МСЭ-R исследований показывают, что принятие решения о новом распределении потребует наложения дополнительных ограничений на существующие и планируемые косми-

ческие службы в рассматриваемых полосах радиочастот для обеспечения совместимости.

Столь же трудным (и по той же причине — из-за наложения дополнительных ограничений на существующие и планируемые космические службы) может оказаться и новое распределение морской подвижной спутниковой службе в полосах радиочастот 7375–7750 МГц (космос-Земля) и 8025–8400 МГц (Земля-космос).

Не останется без внимания предстоящей Конференции и подвижная спутниковая служба. Для реализации спутникового сегмента широкополосных применений, в том числе ИМТ, на ВКР-15 планируется рассмотреть дополнительные распределения спектра ПСС в направлениях Земля-космос и космос-Земля в диапазоне частот от 22 до 26 ГГц.

В настоящее время исследования подтверждают потенциальную возможность распределения 250 МГц для ПСС в каждом направлении передач в диапазонах 23,15–23,55 или 24,25–24,55 ГГц на линии космос-Земля и в диапазонах 25,25–25,5 или 24,25–24,55 ГГц на линии Земля-космос.

Решению данного вопроса мешают не только технические ограничения, накладываемые на новое распределение подвижной спутниковой службе, но, главным образом, отсутствие заинтересованности большинства стран мира в таком распределении.

Наравне с новыми распределениями полос радиочастот ВКР-15 предстоит рассмотреть регуляторные вопросы, связанные с процедурами предварительной публикации, координации, заявления и регистрации частотных присвоений, относящихся к спутниковым сетям (п. 7 повестки дня ВКР-15). Этот пункт повестки дня ВКР является постоянным и направ-

лен на содействие рациональному, эффективному и экономному использованию частот и любых связанных с ними орбит, включая геостационарную спутниковую орбиту.

Важность рассмотрения регламентарных положений не подвергается сомнению: они должны своевременно отражать новейшие тенденции развития спутниковых технологий и оперативно реагировать на вызовы времени, главным из которых является возрастающая потребность в спектре и усложнение доступа к нему, а на практике это выражается в увеличении количества АС, вовлеченных в процесс координации. Большой, как всегда, объем затрагиваемых в рамках дискуссии по п. 7 аспектов дает основания ее участникам говорить о своей маленькой конференции внутри ВКР.

**Вопросы морских служб.** Развитие мореплавания и рост количества морских судов ведут к стремительному расширению применений автоматических систем опознавания (Automatic Information Systems, AIS), следствием чего может стать перегрузка используемых в настоящее время частот AIS 1 и AIS 2 — даже несмотря на реализуемые в этой системе процедуры защиты от перегрузки. Поэтому ряд администраций связи, входящих в СЕРТ (Conference of European Post and Telecommunications), предложил к ВКР-15 провести необходимые исследования.

АС США выдвинула свой вариант пункта повестки дня ВКР-15 — о необходимости поиска дополнительных каналов AIS. В целом аргументация документа повторяла доводы СЕРТ, но, кроме того, в нем указывалось на расширение масштабов судоходства в полярных районах при отсутствии в них необходимой инфраструктуры. Для обеспечения безопасности судоходства требуется надежная морская связь, однако геостационарные спутники не охватывают полярные районы, есть пробелы и в покрытии ВЧ-систем, использующих существующие прибрежные станции. Отсюда вытекает необходимость проведения исследований в области систем связи на базе цифровых технологий, которые могут повысить эффективность использования имеющихся каналов связи в случаях бедствий и для обеспечения безопасности в полярных районах.

Результатом обсуждения этих предложений стало включение пункта 1.16 в повестку дня ВКР-15. По данному пункту задача сводится к изучению необходимости изменения Регламента радиосвязи, в том числе и распределения спектра в диапазоне ОВЧ, с целью внедрения новых наземных и спутниковых применений AIS. В то же время эти изменения не должны ухудшать работу действующей AIS и других существующих систем. Кроме того, рассматриваются дополнительные или новые применения для морской радио-

связи в рамках существующих распределений полос частот морской подвижной и подвижной спутниковой службам.

В ходе исследований морским сообществом была предложена концепция комплексной системы обмена данными в ОВЧ-диапазоне — VDES (рис. 3). Первым элементом концепции развития морских коммуникаций стало предложение о назначении двух дополнительных каналов для разгрузки AIS-каналов и переноса информации (служебных сообщений), не связанной с вопросами навигации и безопасности (каналы АСМ). Это позволит в будущем избежать перегрузок каналов АСМ.

Второй элемент концепции — наземный компонент передачи данных как между судами, так и между судном и берегом. Он должен обеспечивать передачу данных на нескольких каналах (до четырех), гармонизированных на международном уровне, при необходимости используя их объединенную пропускную способность.

Другим новым и перспективным элементом является спутниковый компонент. В то время как наземный компонент позволяет осуществлять связь между судном и берегом только в пределах зоны покрытия береговой станции, а связь между судами ограничена 20–30 км, спутниковый компонент преодолевает данные ограничения.

Использование спутниковой связи на линии вниз — это эффективное средство доставки информации в широкоэшелонном режиме (например, информации о погодной или ледовой обстановке для северных широт) большому числу судов, находящихся в зоне покрытия спутника.

В проекте Отчета ПСК предложены два метода, определяющих варианты каналов для новых приложений ASM, два метода, определяющих варианты каналов для наземного компонента системы VDES, и два метода, определяющих варианты каналов для спутникового компонента системы VDES.

**Автомобильные радары.** Вопросы использования радиотехнологий и обеспечения безопасности на транспорте становятся все более актуальными не только в такой традиционной сфере, как морской или авиационный транспорт, но и для наземного (автомобильного) транспорта.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) — сложные системы, призванные улучшить ситуацию на дорогах [4]. Это машины и водители, пассажиры и дорожные операторы, которые взаимодействуют друг с другом, а также связаны со сложной системой магистральной инфраструктуры, одним из элементов которой являются автомобильные радары для предотвращения столкновений на дорогах. Подобные устройства вначале использовались как устройства малого радиуса действия, вне распределения полос радиочастот каким-либо службам и регулировались на национальном или региональном уровне.

Развитие автомобильных радаров, повышение их значимости для обеспечения безопасности движения — эти факторы заставили пересмотреть их статус как устройств малого радиуса действия, теперь они требуют для своего развития полноценной защиты как системы, работающие в рамках первичной службы. Подобные сложные системы успешно взаимодействуют только при условии их соответствия международным стандартам.

На ВКР-12 некоторые члены АРТ (Asia-Pacific Telecommunity) и СЕРТ выступили в поддержку первичного распределения радиолокационной службе в полосе частот 77,5–78,0 ГГц для ее использования специализированными автомобильными (automotive) радарными устройствами малого радиуса действия с высоким разрешением. При этом в ряде стран подобные радары до настоящего времени имели ста-



Рис. 3. Новая концепция морских коммуникаций для передачи данных в ОВЧ-диапазоне (VDES)



тус устройств малого радиуса действия и использовались только на автомобилях. В повестку дня ВКР-15 был включен пункт 1.18, согласно которому для определения возможности распределения радиолокационной службе (РЛС) полосы частот 77,5–78,0 ГГц на первичной основе необходимо исследовать возможности совмещения автомобильных радаров с существующими в этой полосе частот системами и службами, а также определить условия использования этой полосы частот автомобильными радарными.

В начале исследовательского периода (2012 г.) представители Франции, Швеции, Германии выступили с предложением расширить толкование термина «automotive», включив в него не только автомобили, но и другие транспортные средства (самолеты, вертолеты, корабли и т.д.). Это означает, что полосу частот 77,5–78 ГГц в случае ее распределения радиолокационной службе смогут использовать не только автомобильные радары, но и радары, устанавливаемые на другие транспортные средства.

В настоящее время в проекте текста ПСК по п.1.18 записаны два метода, предполагающих распределение радиолокационной службе на первичной основе полосы частот 77,5–78,0 ГГц либо безусловно, либо при установлении определенных ограничений, которые были определены в ходе проведенных исследований. Такие исследования в рамках РГ 5В пока проведены применительно лишь к автомобильным радарам. Изучение совместимости радаров, устанавливаемых на другие подвижные объекты, в МСЭ-Р не проводилось.

**Системы глобального отслеживания воздушных судов.** Крушение сразу нескольких гражданских самолетов в 2014 году заставляет рассмотреть возможности ИКТ для предотвращения этих печальных событий. Одной из возможностей является обеспечение глобального мониторинга полетных данных и слежения за рейсами гражданской авиации в реальном времени. В настоящее время для этого уже существуют все предпосылки. В рамках ICAO стандартизован сигнал ADS-B, который содержит информацию о местоположении самолета (определяется приемником одной из глобальных систем спутниковой навигации НАВСТАР или ГЛОНАСС) и регулярно излучается самолетным передатчиком в диапазоне частот 1090 МГц. Сбор информации осуществляется сетью наземных приемников ADS-B, которая затем передается в центр обработки данных. Широкой аудитории известен сайт [www.flightradar24.com](http://www.flightradar24.com), на котором отображается информация о траектории и местоположении самолетов гражданской авиации.

Однако, согласно Регламенту радиосвязи и руководящим документам ICAO, прием сигнала ADS-B осуществляется только наземными приемными пунктами. Вследствие этого целые районы земного шара (океаны, моря, малонаселенные и полярные районы) остаются своеобразными «белыми пятнами», в которых невозможно собрать информацию о местоположении самолетов. В то же время благодаря глобальным системам подвижной спутниковой связи сегодня имеется возможность передавать такую информацию в центры обработки.

По инициативе представителей системы IRIDIUM, администраций связи США, Канады, Новой Зеландии и Малайзии на Полномочной конференции МСЭ 2014 года было предложено признать возможность приема сигналов ADS-B на частоте 1090 МГц не только наземными, но и спутниковыми приемниками и тем самым обеспечить глобальное покрытие приема сигналов ADS-B (рис. 4).

Международное признание использования спутникового приема на частоте 1090 МГц позволит компании

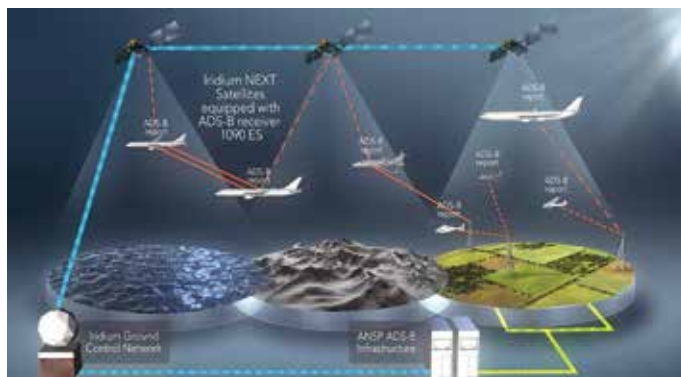


Рис. 4. Использование системы IRIDIUM для сбора информации о полете с использованием сигналов ADS-B на частоте 1090 МГц

IRIDIUM устанавливать и использовать приемники ADS-B на спутниках нового поколения, которые планируются к запуску в 2016–2017 годах (рис. 4).

Данное предложение было поддержано Полномочной конференцией МСЭ, и в повестку дня ВКР-15 был включен вопрос о системах глобального слежения за движением судов гражданской авиации.

Учитывая, что с конца 2014 г. до ВКР-15 времени на изучение всех аспектов проблемы глобального слежения за воздушными судами недостаточно, по всей видимости, на ВКР-15 будет принято некоторое промежуточное решение. ВКР-15 может разрешить использование полосы частот 1089–1091 МГц для спутникового приема, но при этом исследования потребности в спектре для расширенной системы наблюдения (т.е. системы, которая позволит заменить «черные ящики» облачными интернет-технологиями) будут продолжены до следующей ВКР, которая состоится в 2019 г.

К настоящему времени в МСЭ-Р продолжаются исследования возможных помех для спутникового приема сигналов ADS-B в диапазоне 1089–1091 МГц, а также последствий от такого использования (например, ограничение развития служб, которым этот диапазон частот распределен Регламентом радиосвязи) для других систем. Предварительные результаты достаточно оптимистичны, и можно ожидать, что ВКР-15 при определенных ограничениях даст зеленый свет спутниковому приему сигналов ADS-B.

**Заключение.** Таким образом, совсем скоро, на ПСК15-2, определятся контуры решения вопросов, предложенных отраслью три года назад. Однако основная работа предстоит в конце года, когда ВКР-15 утвердит документы, регламентирующие регулирование различных служб радиосвязи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT: Отчет МСЭ-Р М.2290.
2. Application of the methodology in Recommendation ITU-R M.1651 to assess required spectrum for RLANs in 2018: Приложение к документу взаимодействия от РГ 5А МСЭ-Р к ОЦГ 4–5–6–7 МСЭ-Р Reply liaison statement on spectrum requirements for terrestrial mobile broadband (excluding IMT) related to WRC-15 agenda item 1.1; Document 4–5–6–7/137-E МСЭ-Р, 05.06.2013.
3. Spectrum requirements for terrestrial television broadcasting in the UHF frequency band in Region 1 and the Islamic Republic of Iran: Отчет МСЭ-Р ВТ.2302–0.
4. Bob Williams. Intelligent Transport Systems Standards.— Artech House, 2008.

Получено 18.02.15